

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

HÄVD AV STRANDÄNGAR

THE CULTIVATION OF FLOODED MEADOWS



**Andreas Svensson
Johan Bengtson
Lars Andersson
Louise Widmark
Mikael Lassbo
Roger Bengtsson
Thomas Nordström**

Institutionen för lantbruksteknik

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

Rapport 198

Report

Uppsala 1995

ISSN 0283-0086

ISRN SLU-LT-R--198--SE

FÖRORD

Detta arbete är utfört i form av en projektkurs vid Sveriges lantbruksuniversitet på uppdrag av Länsstyrelsen i Södermanlands län. Projektkursen ges under det sista året på agronomlinjens tekniska inriktning och avser lära studenterna att arbeta och lösa problem i projektform. Projektgruppen ställdes inför problemet att på maskinell väg hävda våra strandängar för att förhindra igenväxning och därmed sammanhängande en utarmning av flora och fauna. Strandängarna har under de senaste årtiondena börjat att växa igen med vass och sumpskog, vilket till stor del beror på att slåtter och beteshävdan har upphört.

Att arbeta i projektform har varit både lärorikt, spännande och arbetsamt. Det är många viljor som ska avstämmas, många kloka idéer som ska diskuteras och mycket arbete som ska fördelas inom gruppen. Arbetet med projektet har genomförts under senhösten 1994 med regelbundna gruppmöten tillsammans med handledare. En projektgrupp om sju personer arbetar inte sju gånger snabbare eller sju gånger mera, men förhoppningsvis blir det sju gånger så bra.

Under arbetets gång har vi kontaktat många personer med kunskaper inom olika områden som har bidragit med värdefull information för arbetets fortskridande. Vi vill framföra ett stort tack till dessa, för att de så välvilligt ställt sina kunskaper och sin tid till vårt förfogande. Ett extra tack vill vi också framföra till vår uppdragsgivare, Länsstyrelsen i Södermanlands län, för visat förtroende och engagemang under arbetets initialskede.

Vi vill också passa på och tacka vår handledare, Professor Bruno Nilsson vid Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges lantbruksuniversitet, för hans hjälp och stöd under arbetets gång.

Uppsala i februari 1995

Andreas Svensson
Johan Bengtson
Lars Andersson
Louise Widmark
Mikael Lassbo
Roger Bengtsson
Thomas Nordström

Transporter av materialet.....	41
Omlastning.....	41
Småbalar.....	42
Rundbal.....	42
Rektangulära storbalar.....	43
Med befintligt ekipage från fält.....	44
Småbalar.....	44
Rundbalar.....	45
Avsättning av materialet.....	46
KRAV-foder.....	47
Ensilage.....	48
Hästfoder.....	48
Gröngödsling.....	49
Marktäckning i grönsaksodling.....	49
Kompost.....	50
Strängkompost på plats.....	51
Kompost samman med parkavfall.....	51
Rötning.....	52
Förbränning.....	53
Deponi.....	54
Sammanställande tabell.....	55
Maskintabell.....	55
Ekonomiska kalkyler.....	59
Maskinkalkyl.....	61
Transporttabell.....	62
Räkneexempel hävd av strandäng.....	65
Diskussion.....	67
Referenser.....	70
Litteratur.....	70
Personliga meddelanden.....	72

Bilden på försättsbladet visar starrslätter vid en tjärn i Värmland 1922.
(Nordiska Muséet)

SAMMANFATTNING

För att främja fågellivet och öka mångfalden i flora och faunan på strandängar krävs en fortsatt hävd av dessa marker. Förr skördades strandängarna för hand eller betades av traktens boskap. I takt med att jordbruket har rationaliserats, har strandängshävden minskat i omfattning. Strandängarna är unika med sin flora och fauna och karaktäriseras bl.a. av att de årligen sköljs över med näringsrikt vatten från närliggande sjöar och vattendrag. För att bibehålla hävden med betande djur skulle djurtätheten i närliggande trakter behöva utökas mycket. Därför ökar behovet av att mekanisera strandängshävden i landet.

Dessa markers olika terrängförhållanden kan indelas i fuktäng och mader. Fuktängen är de något högre och torrare markerna där bete och slåtter främjar konkurrenssvaga arter. Mader kallas de marker där det råder hög markfuktighet och sämre markbärighet. Dessa marker kan i sin tur indelas i hög- respektive lågstarrbälte. Högstarrbältena är områdena närmast strandkanten och lågstarrbältena är områdena längre upp från strandkanterna.

Vid upphörande av hävd minskar biproduktionen men stränderna växer ändå igen med högväxande arter, vilket leder till att den kvarvarande biomassan ökar. Detta i sin tur leder till syrefattigare marker som medför långsammare nedbrytning av växtrester. Så småningom leder detta till uppgrundning och beväxning med en mer fastlandsliknande vegetation.

Strandängsfåglar kräver låg vegetation och fria avstånd på minst hundra meter till närmaste buske eller träd. Inte nedbrutna växtrester är också ett störande inslag för strandängsfåglar och måste tas bort. Detta för att skapa en bra miljö för bobyggande, födosökande och rastande fåglar.

De små erfarenheter av strandängsskötsel som trots allt finns i Sverige är av mycket skiftande karaktär. I de södra delarna av landet tillämpas i huvudsak konventionella vallbärningsmetoder, medan man i de norra delarna bedriver iordningställande av våtmarker. Någon har provat nya metoder som t.ex. specialbyggda maskiner. I något fall har man i samband med försvarsövningar provat att använda bandvagnar för iordningställande av strandmark.

Ett centralt problem med maskindrift på strandängar är bärigheten. Därför ställs stora krav på den bärande utrustningen på ekipagen. För att minska trycket under hjulen krävs antingen att minska tyngden eller att öka understödsytan. Rullningsmotstånd uppstår vid spårbildning och detta kräver extra energi. För att undvika denna effekt är det bättre att öka hjuldiametern än att utöka däckbredden. Vid dålig bärighet är det markens sammanhängande ytskikt som ger bärighet. Vid överfart utsätts markens ytskikt för skjuvning. Skjuvningen kan minskas genom att öka hjulantalet, förse fordonet med band eller

minska dragkraftsbehovet. På dessa marker är det axeltyngheden som påverkar markens bärighet.

Alternativa metoder för att iordningställa marker är att fräsa marken, bränna vegetationen eller att använda en betesputsare. Specialmaskiner finns också under utprovning. Dessa maskiner är framställda av företagen LVR AB och NOVASS AB. En specialmaskin utvecklas och prövas av en privatperson vid namn Jossi Kyllenen.

Olika typer av slåttermaskiner är beskrivna. Knivslåttermaskinen är lätt, effektsnål, klipper gräset men är känslig för främmande föremål. Rotorslåttermaskinen, som är mer driftsäker, slår med en blandning av klipp och slag. Den har högre kapacitet men kräver högre effekt och tyngd på traktorn. Slutligen beskrivs slaghacken som slår av materialet med slagor och kastar upp det på en vagn direkt eller kastar materialet rakt bakåt på marken. Slaghacken har en benägenhet att dra upp jord och sten i materialet.

Friska och fuktiga marker kan brukas med konventionella vallmaskiner, medan våta marker ibland tillåter maximalt en eller två överfarter. Begränsningen i antalet överfarter kräver direktlastning i en uppsamlingsvagn, alternativt med slåtteragregatet monterat fram på traktorn. Vid bärgning som hö krävs oftast minst en vändning av materialet. För bärgningsändamålet finns diverse pressar och lastarvagnar. De flesta pressarna är tunga medan lastarvagnar finns i flera storlekar, ofta försedda med boggi. De är också flexibla på så vis att de kan köras med liten last på de våtaste markerna.

Transporten från strandängarna kan ske dels direkt till slutbehandling, och dels genom omlastning vid fältkanten. Vid transportsträckor mindre än 3 till 4 mil beräknas transport med traktor vara billigare än transport med lastbil.

Rundbalar och rektangulära storbalar är lätta att lasta och transportera på flakvagnar. De kan lastas till stora lass med relativt bra utnyttjande av lastförmågan hos vagnen. Dessa balar måste, p.g.a. sin tyngd, lastas med maskin. Hantering av småbalar är också bra men dessa bör staplas vid längre transporter, vilket kräver en del extra arbetskraft. Gäller det material i lös form, kan det antingen köras i lastarvagn eller med containerlastbil. Lastarvagnen är bra vid kortare transportsträckor men är olämplig vid omlastning.

Bortforslat material kan avsättas på olika sätt:

- Foder till djur. Detta foder kan ha sitt speciella värde om det klassas som KRAV-godkänt foder. I viss mån kan det även bli hästfoder.
- Gröngödsling av åkermark. Materialet måste då vara hackat. Kvävefattigt material kan binda markens kväve i samband med nedbrytningen. Detta frigörs när nedbrytningsprocessen är färdig.
- Marktäckning vid grönsaksodling. Materialet bör vara hackat och metoden kan medföra goda effekter på skadegörare, ogräs, markfukt och markstruktur.
- Kompostering. Färskt material bör blandas med annat material. Här finns två alternativ: 1. Strängkompostering har många nackdelar och rekommenderas ej. 2. Kompost sammanblandat med parkavfall har fler fördelar än nackdelar.

- Rötning. I rötningsprocessen framställs biogas. Forskning pågår om detta och flera intressanta biprodukter kan framställas, som t.ex. djurfoder. Förutsättningen är att det finns en lämplig biogasanläggning i närheten.
- Förbränning. För detta krävs särskilda pannor med vissa förbränningsegenskaper.
- Deponi. Materialet är ej lämpligt i kommunernas befintliga anläggningar och anläggningskostnaden för nya deponier kan vara omfattande. Rekommenderas ej.

Andra viktiga punkter att beakta är:

- Hur utnyttjas grönmassans närings och energiinnehåll?
- Finns ekonomiskt värde i grönmassan?
- Hur minimeras transportarbetet?
- Vilka resurser och möjligheter finns tillgängliga?

Att slutligen generellt avgöra vilken maskin som lämpar sig bäst på respektive mark eller vilken kostnad som hävden medför är i det närmaste omöjligt. Förutsättningarna varierar kraftigt mellan områdena så det måste bedömas från fall till fall. I rapporten redovisas för och nackdelar med olika maskiner och metoder samt en modell och dataunderlag för att bestämma kostnader för iordningställande och hävd i enskilda fall

SUMMARY

To promote the birdlife in grazelands and increase the multiplicity of plants and animals in flooded meadows (used for harvesting fodder) there is call for a continued cultivation of these areas. For many years these areas were harvested manually, or grazed by cattle from farms located nearby. Due to the rationalization in farming has the cultivation of flooded meadows diminished in extent. These meadows are unique with their plants and animal life and characterized by the annual flooding with nutritious water from local lakes and water-courses. To maintain the cultivation by the use of grazing animals would the livestock of the local region have to be increased a lot. Since this option isn't feasible today, there's an enhanced need for mechanization of cultivation practices at flooded meadows.

As the cultivation of flooded meadows has been discontinued will the shores be choked with tall-growing species which means that the amount of biomass increases. This results in a soil with a reduced oxygen content which leads to a slower decomposition of plant remnants. The process elevates the ground and causes overgrowing into much the same as mainland vegetation. Birds of flooded meadows needs low vegetation and distances of at least 100 meters to the nearest bushes or trees. Plant remnants needs to be taken away otherwise it will become a disturbing element for these birds. These meadows will thereby turn into a beneficial environment for nesting and feedseeking birds.

The experiences from cultivation of flooded meadows in our country are of various kinds. From conventional ley harvest methods practised in the south to the management of wetland cultivation up north. New methods have been tried out here and there, using for example special constructed machinery or applied military training with crawler type vehicles. These measures can be used for the actual work of putting flooded meadows in order.

An essential problem is the carrying capacity for this kind of soil. Therefore considerable requirements are made upon the bearing parts of the used vehicles. To reduce the pressure from beneath the wheels needs the load either be decreased or the carrying surface be increased. The bearing wheels sinks until the surface of support becomes as large, as the pressure on its surface becomes equal with the carrying capacity. Resistance to taxiing comes of tracking and calls for extra energy. To avoid this effect it is better to increase the diameter of the wheels than of the width of the tyres. When the carrying capacity is crucial it is no more than the connected surface layer that gives it any support. At passage across the field becomes the surface of the soil exposed to shearing. The shearing can be decreased through an additional number of wheels or having the machines equipped with crawlers. On soils like these it is the axial weight that influences the carrying capacity.

Alternative methods to put fields like these in order is to mill off soil, burn off vegetation or to use a pasture trimmer. Special purpose machines are nowadays under testing. These machines are manufactured by the companies LVR AB and NOVASS AB. Another of these machines is being developed and tested privately by Jossi Kyllenen.

There are different kinds of mowers and one of these is the knife mower which is low in weight, power efficient and shears the grass but sensitive towards strange objects lying in the way of its course. Another is the rotary mower that is more dependable in service and works through a combination of shearing and striking. The latter one has a higher capacity but requires an increased engine effect and weight of the tractor. There is also the flail forage harvester that strikes off the grass with flails and transports the material directly to a carriage. The machine can on the other hand pick up pieces of soil and gravel together with the harvested material.

Dry soils can be cultivated with conventional ley machines while wet soils sometimes just allow one or two passages across at maximum. The later condition requires direct loading into a collector trailer, alternatively with the mower aggregate mounted in the front of the tractor. When harvesting hay it's often necessary to turnover the material at least once. For the purpose of harvest are various balers and self-loading trailers obtainable. Balers are usually heavy while self-loading trailers can be found in many sizes and often equipped with bogie. They are also flexible as they can carry small loads on quite wet soils.

Transport of the harvested material can be done through two different systems. Either directly to final disposal or through transshipment at the roadside of fields. When distances of transport are less than 30 to 40 kilometers transport by tractor can be considered as less expensive than transport by truck.

Round bales and rectangular big bales are easy to load and transport on open-sided trailers. The trailers can take a full load with a relatively good utilization of the loading capacity of the carriage. Because of their weight these bales must be loaded on carriages by machine. Using small bales is another beneficial alternative, but these bales need to be heaped up during long-distance transport which requires extra labour to a certain extent. Harvested material that is not baled can either be transported with a self-loading trailer or a truck carrying containers. The self-loading trailer is good at shorter distances of transport but less suitable for transshipment.

The removed material can be deposited in the following ways:

- Forage to livestock. The forage can be of special value if classified as KRAV-approved feed. It can also become horse-feed to a certain extent.
- Green manuring of arable land. The material needs in this case to be chopped. Material with nitrogen deficiency can tie itself to the nitrogen of the soil in connection with the decomposition. The nitrogen dissolves itself when the process of decomposition is concluded.

- Soil at vegetable production. The material should be chopped and the method can result in positive effects upon noxious insects, weed, soil moisture and soil structure.
- Composting. Fresh material should be mixed with other substances. Two alternatives are:
 1. Windrow composting has many disadvantages and is not recommended.
 2. Compost blended with parkwastes has more advantages than drawbacks.
- Retting. In the process of retting biogas is produced. Research is in progress and several interesting byproducts can be extracted, as for example forage. The condition is an existing and suitable plant for biogas production located nearby.
- Incineration. It requires particular furnaces with certain properties of combustion.
- Landfill. The material is not suitable for established municipal set-ups and the initial cost for new set-ups can be extensive. Not recommended.

Other important issues to take into consideration:

- How is the nutrient and energy content of the green forage utilized?
- Is there any economic value in the green forage?
- How can transportation work be minimized?
- Which resources and possibilities are available?

Finally, from a general point of view it is nearly impossible to decide which machinery that is most suitable for a particular type of soil or the cost of cultivation of flooded meadows. The conditions varies a lot between the regions, which means that many aspects needs to be taken into account for in each case.

BAKGRUND

Under de senaste årtiondena har strandängar och andra översvämmade marktyper, såsom grunda vikar o.dyl, börjat växa igen i en ökande omfattning. En högre bruksintensitet med större mängder handelsgödsel inom växtodlingen samt minskad djurhållning på dessa marginella marker är några skäl till att igenväxning sker. Reglering av sjöar med dammliknande förhållanden som följd, har också påskyndat igenväxningen. Att hävda slätterängar och strandängar har under en lång tid varit en naturlig del av markanvändningen i jordbruket. Det gamla ordspråket att "ängen är åkerns moder" vittnar om ängarnas betydelse för det dåtida jordbruket. Fodret hämtades hem från ängarna och gavs till djuren under vinterperioden. Gödseln som djuren producerade spreds på åkrarna för att bättra på spannmålsskördarna. På senare år har dock inte ängarna spelat någon avgörande roll för svensk djurproduktion. De ogödslade ängar som finns kvar har istället använts till bete för mindre krävande djur såsom rekryteringsdjur eller liknande. Under jordbrukets expansiva tid togs mycket ängsmark in i produktionen genom uppodling och utdikning.

Ängsmarken har en speciell flora bl.a sammanhängande med den bruksmetod som har använts. Eftersom näringsämnen hela tiden bortfördes från marken utan att ny tillfördes, ledde detta till en successiv utarmning. Detta har medfört att arter med förmåga att klara konkurrensen på dessa naturtyper har etablerat sig här. Hävden i sig är också selekterande och gynnar lågväxande, ljuskrävande arter. Sammantaget har dessa speciella livsvillkor gett upphov till den unika flora som finns på slätterängar och strandängar. Strandängar i sin tur skiljer sig från slätterängar på det att de ständigt utsatts för återkommande översvämningar vilka följer vattenståndet. Normalt är dessa marker översvämmade på våren och torkar sedan upp under sommaren. Översvämningen bidrar till att dessa marker är goda och jämna foderproducenter. Årsmånen spelar således mindre roll för den fodermängd som kan bärgas.

Strandregionerna med öppna stränder är en viktig biotop för många fåglar. Vissa fåglar har specifika krav för att häcka och rasta. Problemet med att bevara våtmarker är inte bara en nationell angelägenhet. Våtmarkernas viktiga funktion som fågelmiljö har inga nationella gränser. För att skydda viktiga områden har en internationell konvention, CW (Convention on Wetland) upprättats, vilken bl.a listar skyddsvärda objekt. Sverige har undertecknat denna och har därmed tagit på sig ansvaret att upprätthålla och vårda dessa områden. Därtill ligger det stora rekreations- och estetiska värden i öppna strandängar. Dessutom finns det ett stort kulturmiljöintresse att sköta våta marker genom slätter, varvid ett kulturhistoriskt äkta landskap erhålles.

Det finns därför anledning till att dels bevara de öppna översvämningsmarker som vi i dag har, dels återskapa markavsnitt som redan har övergått från hävdad strandäng till att befinna sig någonstans på successionsskalan mellan vasstrand och sumpskog.

INLEDNING

Problem

Den hävd av strandängar som sker idag utförs till stor del med hjälp av betesdjur. Ska "nya" hävdade strandängar kunna skapas krävs det andra sätt att klara hävden på. Detta på grund av att djurantalet är tämligen konstant i landet, och inte beräknas att öka. Dock flyttas boskap från vallar till naturbetesmarker genom skötselavtal som länsstyrelserna tecknar med djurhållare i landet. Om djur flyttas till strandregionerna för att hävda denna, skulle igenväxning ske av andra marktyper.

Strandängarnas regelbundna översvämningar ger problem vad gäller markens bärighet. Detta ställer särskilda krav på den maskinella teknik som ska användas. Vidare har dessa typer av marker ganska hög produktionspotential, vilket medför att en stor mängd biomassa ska transporteras från strandängen med allt vad det innebär med höga axelbelastningar och krav på maskinell effektivitet. Maskinell hävd av strandängar är att se som en naturvårdande process, varför man måste ta största hänsyn till flora och fauna. Kostnader och problemlösningar med efterbete har inte behandlats i detta projekt. Målet med detta projekt är att undersöka gångbara system för att hävda strandängar maskinellt till rimliga kostnader.

Syfte

Projektet ska utreda:

- vilka maskinella lösningar som är tekniskt genomförbara att använda.
- vilka de biologiska konsekvenserna blir av maskinell hävd.
- vilka alternativ det finns för avsättningen av grönmassan.

På flera håll i landet har maskinell slåtter av strandängar genomförts. Denna rapport kommer också att sammanställa erfarenheter från tidigare och pågående projekt att hävda strandängar på maskinell väg. Rapporten ska kunna ligga till grund för intressenter som önskar återskapa strandängar och hålla dem vid hävd med maskinell hjälp.

Avgränsning

Iordningsställande av strandäng för maskinell slåtter innefattar inte röjning av träd och buskar. De biologiska konsekvenserna vid maskinell hävd kommer att innefatta hur floran påverkas av intensitet och metod för slåtter. Vad beträffar faunan kommer endast fågellivet att beröras såsom olika arters krav på miljö och hur dessa kan skapas.

Rapporten presenterar först allmän information om flora och fauna. Därefter görs en redogörelse för strandängar som idag hävdas på andra håll i landet samt vilka erfarenheter detta har gett. Maskiner/maskinkedjor som kan vara aktuella samt vilka alternativ det finns för avsättning för grönmassan behandlas därefter. En modell och dataunderlag för att beräkna kostnader för iordningställande och hävd presenteras, innan rapporten till sist avrundas med diskussion och slutsatser som tar upp våra egna funderingar och synpunkter inom området.

FLORA OCH FAUNA

Vegetationen på strandängen

Fuktängen

Strandängar kan delas in i olika marktyper där markens vattenhalt utgör skiljelinje. Fuktäng kallas den del av stranden som är torrast. Fuktängen översvämmas vanligen under våren men torkar upp då vattenståndet återgår till det normala efter vårfloden (Löfroth, 1991). Torra år är bärigheten på dessa marker bra, vilket innebär att konventionella jordbruksmaskiner kan användas för hävd av fuktängen. Då fuktängen ligger under hävd har dess flora likheter med en hävdad äng med fastmarkskaraktär.

En strandäng som hävdas uppvisar en rik flora till följd av de speciella konkurrensförhållanden som råder. Väl hävdade ytor kommer att gynna konkurrenssvaga gräs och örter. På sådan mark är tuvtåtel, rödsvingel, krypven, vitklöver och maskros vanliga. Då hävden upphör eller försvagas kommer arter som gynnas av de hårt tuktrade ytorna bete eller slåtter, att misskrediteras på bekostnad av de mera tuvbildande arterna t.ex. tuvtåtel och vasstarr. Betesdrift kommer att ge upphov till tuvbildning: dels betar djuren selektivt på arter efter smaklighet, dels ratas växtlighet i omedelbar närhet till djurens spillning. Djurens tramp i vegetationen i samband med den höga markfuktigheten ger också upphov till tuvbildning. Hävdas fuktängen genom slåtter istället för med betesdrift medför detta att tuvbildningen i stort kommer att försvinna. Vanligtvis medför slåtter av

skedand de som räknas till helt beroende av hävdade strandängar i inlandet. Även kärrsnäppan är beroende av strandängar men återfinns vanligen vid havsstränder. Övriga arter väljer andra naturtyper om strandängar är en bristvara (Alexandersson et al., 1986).

För att en fågelmiljö ska vara optimal krävs att hela biotopen uppfyller de krav som ställs. Dels ska det finnas bra miljöer för boplacering, dels ska arten ifråga kunna utföra sitt födosök. Vadare lever uteslutande på animalisk föda som de fångar i grunda, öppna vattensamlingar och längs strandzonen. Födan består av vattenlevande insekter och larver. Grunda stränder har den fördelen att de under upptorkningen hela tiden bidrar till nya jaktmarker, eftersom strandlinjen förskjuts. Detta ger föda under hela häckningsperioden. Många vadare är känsliga för förekomst av träd och buskar inom häckningsområdet. Dessa höga punkter i terrängen utgör utkiksplatser för rovfåglar och kråkfåglar varför dessa miljöer undviks. Avståndet till högre träd bör vara minst hundra meter. Boets placering varierar mellan arter; vissa söker skydd i högvegetation, medan andra arter föredrar att lägga äggen helt oskyddade på välhävdad gräsmark.

Vid slåtter av strandängar måste det avslagna materialet bort från marken, dels för att föra bort näringsämnena från marken, dels för att växtresterna försvårar fåglarnas födosök och utarmar floran.

Vad gäller änder söker de sin föda såväl på botten som på vattenytan. Simänder är i stor utsträckning beroende av grunda, öppna vatten för sitt födosök, till skillnad från dykänder som klarar djupare vatten utanför vassbältet. Ändernas föda består av vattenlevande insekter men också av vegetabilisk föda i form av fröer och växtdelar. Häckningsmiljön ska vara skyddad. Andhonan placerar vanligen boet under något buskage i närheten av strandängen eller i någon tuva eller annan högvegetation ute på ängen. Änder föredrar den mosaikliknande miljö som exempelvis betesängar lämnar efter sig. Änder kan även i viss mån utnyttja den kort tuktade vegetationen på en hävdad strandäng. Vanligen är det mera betande fågelarter som gäss och knölsvan som utnyttjar de späda skotten på en hävdad strandäng (Alexandersson et al., 1986; Johansson et al., 1986).

Strandängen som kvävefälla

Jordbrukets rationalisering och expansion har medfört att många naturliga våtmarker som strandängar försvunnit. I kombination med ökad användning av handelsgödsel har detta fått till följd att kvävebelastningen på sjöar och vattendrag ökat. Strandängarna har här en viktig funktion genom att fungera som en "kvävefälla". Våtmarker av olika slag kommer att fungera som ett biologiskt filter som tar upp tungmetaller, bekämpningsmedel, kväve och fosfor. Kvävet kan antingen sedimenteras i botten eller genom denitrifikation avgå till luften eller upptas i biomassan (Svensson & Glimskär, 1993).

Det ligger ett riksdagsbeslut från 1988 som har som mål att reducera kvävebelastningen till havet fram till år 1995 med 50%. Studier har visat att ett sätt skulle vara att redu-

ceringen skulle ske i själva vattendragen genom att anlägga olika typer av våtmarker. Översilningsängar och slåtterängar är av intresse för detta ändamål. Från hävdade strandängar kommer kväve att bortföras från systemet genom skörden. Målsättningen att fram till 1995 reducera kvävet till havet har redan spruckit och målet kommer troligen inte att ha uppnåtts ens till sekelskiftet (SNV rapport 3962, 1991).

Undersökningar gjorda i Sverige och Danmark visar att betydande mängder kväve kan reduceras från vattendragen genom våtängar och översilningsängar. Kvävereduceringen ligger i storleksordningen 400-500 kg N per hektar och år. Den högre reduktionen för översilningsängar. Huvuddelen av kvävereduceringen, ca 70-80 %, kommer att ske i form av denitrifikation. Resterande mängd kväve kommer att tas upp i sedimenten och i biomassan (Lindqvist, 1993).

Ytterligare en svensk studie har visat att skördat material från strandängar innehöll en kvävemängd motsvarande ca 60 kg N/ha vid tidig skördetidpunkt (26/6). En skörd per år skördat vid sen tidpunkt (30/8) skördades motsvarande ca 62 kg N/ha. Vid en andra skörd (30/8) av de tidigt skördade områdena bärgades återigen motsvarande 44 kg N/ha (Cronert, 1990). Resultaten tyder på att vid fler skördar, bärgas större mängd kväve totalt, vilket går emot önskemålen om att sen skörd eftersträvas.

ERFARENHETER AV STRANDÄNGSHÄVD FRÅN ETT ANTAL LÄN

Kristianstads län

Områdena omkring Hammarsjön och nedre Helgeån utanför Kristianstad omfattar totalt ca 1 300 ha. Av dessa områden slås och skördas ca 400 ha av lantbrukare i trakten med helt konventionella maskiner. Projektet leds av länsstyrelsen och Kristianstads kommun tillsammans. Kontaktperson är *Hans Cronert* på Länsstyrelsen i Kristianstads län. Områdena har legat i hävd så långt tillbaka man kan spåra i tiden.

Avtal skrivs med lantbrukarna om bete, slåtter och efterbete där de förbinder sig att bärga gräset som hö med konventionell rotorslåtter och vanlig balpress. Ibland skrivs avtal på bete med efterföljande putsning.

Materialet som skall bärgas som hö slås den ena dagen med en rotorslåtter och vänds dagen efter med hövändare. Strängläggning och inkörning sker tredje eller fjärde dagen med antingen lastarvagn eller rundbalspress. Ingen skultorkning av höet behövs på grund av att fodret är betydligt mer lättorkat än vanlig grönmassa. Ensilering av grönmassan med inplastade rundbalar har påbörjats. Lastaren som lastar balarna är då utrustad med lågtrycksdäck. Allt efterbetas så mycket som möjligt i mån av tillgång på stängsel och djur. Hävden stimuleras genom skötselavtal som finansieras med landskapsmedel och naturvårdsverkets vårdanslag.

Skörden sker normalt mellan den 25/6 och 1/8, men senareläggs om det råder dålig bärighet på fältet. Som ersättning för detta skördearbete får lantbrukarna ca 500 kr/ha. Det finns önskemål om så sen slätter som möjligt, då detta skulle främja:

- reproduktion av fågellivet (sent lagda kullar och omläggningar).
- att starrhöet hinner fröa av sig och kan därmed utgöra föda åt simänder vid högvatten kommande höst och vår.
- att småkryp och insekter som vadarungar livnär sig på, förmodligen hinner med sin reproduktion före slåttern.
- att återväxten blir mindre vilket blir gynnsamt i de fall ängen ej efterbetas.

Vidare kan tilläggas att sådant här material har betydligt senare optimum när det gäller näringsvärden än de vanligen odlade mer konventionella vallgräsen.

Områdena är ofta täckta med vatten under höst och vinter medan de vanligtvis torkar upp under vår och sommar. Under torrperioden ligger vattenytan vid samma nivå som havsytan, medan under de översvämmande tiderna sköljs stränderna normalt upp till 1,3 - 1,4 meter över havsnivån. Stränderna slås ned till 3 - 4 dm över ånivån. Det finns önskemål om att kunna slå ännu längre ned. Ersättning för dessa område kan höjas med ytterligare ca 500 kr/ha. Ensilering av fodret på dessa våta marker är en möjlighet men bärigheten tillåter oftast inte de tyngre maskinerna.

Restaureringen av nya områden har skett med kommunens kraftfulla slaghack driven av en stor traktor med dubbelmontage fram och bak. Efterlämnat vegetationsmaterial har antingen lämnats kvar eller strängats med strängläggare och pressats med fyrkantspress. Därefter har balarna gått till kompostframställning och har inte belastat någon avfallsanläggning.

Ibland är starttuvorna för stora eller har en benägenhet att lossna helt vilket vållar stopp eller problem i slaghackarna. I de fall sådana starttuvor förekommit har en skotare använts i försök som gått ut och dragit loss tuvorna och lastat dem på flaket.

Skaraborgs län

Naturvårdsverket har ett omfattande projekt igång omkring Hornborgarsjön. Projektet kommer att omfatta 400-500 ha när det är helt färdigutvecklat, beskriver *Thomas Hertzman* på Naturvårdsverket. Syftet är att bevara alla fågelarter som är i behov av dessa strandängar. Det som återstår är att vattenreglera området med en höjning av medelvattenståndet med ca 850 mm. Vattenståndet kommer sedan att regleras så att vattennivån får en amplitud med ca 1 m över året. Markerna är gammal åkermark som inte har krävt mycket återställningsarbete.

I första hand är det betesdrift som eftersträvas och i andra hand slätter med efterföljande bete. Vid betesdrift kommer betesputsning att ske. Markerna ägs till 70 % av Naturvårdsverket och 30 % privat. De enskilt ägda markerna sköts helt privat medan

Naturvårdsverkets marker röjs och stängslas av Naturvårdsverket och beteskontrakt upprättas med enskilda djurägare som får utnyttja betet utan kostnad. Ibland binds emellertid djurägarna till underhåll av stängslet. Naturvårdsverket har dessutom ett femtiotal får och ett tiotal nötdjur som är i behov av både sommar- och vinterfoder.

De bättre markerna arrenderas ut till privata lantbrukare som förbinder sig att slå och bärga hö på markerna. Detta sker med konventionella vallskördemaskiner. Tidpunkten för slåttern är andra halvan av juli och vid bete så läpps djuren redan vid säsongens början.

Inom parentes kan nämnas att Naturvårdsverket även har startat ett strandängsprojekt på Öland. Där rustas strandängar upp genom att slå tuvtåteltuvor. Dessa tuvor får sedan ligga kvar eftersom översvämmande vatten bortforslar en stor del av det avslagna materialet. Det viktiga är att få en strukturell jämn yta, menar Hertzman. Syftet med projektet på Öland är att bevara den breda flora och fauna som finns där.

Jan Hemming, f.d. maskinkonsulent, började att slå kanterna till Flan redan 1956. Flan utgör avrinningså från Hornborgarsjön. Denna åtgärd påbörjades för att fortsätta hävden som då inte förekommit på något år. För dryga 30 år sedan ställde Hemming om sina övriga marker till ängsmarker och fick därmed ingen halm till strö åt djuren. Då fick strandängsskörden utgöra strö. Så småningom blev strandängsskörden allt mer likt vallfoder och fick senare utgöra vinterfoder åt djuren. Det är ca 15 ha mader (mest rörflen och jättegröe) som Hemming slår med dubbelkniv, när vädret passar. Han siktar på att slå i början av juli men låter vädret bestämma helt. Ibland blir det därför betydligt tidigare och ibland senare.

Han strängar gräset ovänt med en konventionell strängläggare och låter det ligga i sträng 2-3 dagar. Därefter rundbalspressas gräset till hö. Denna grönmassa är mer lättorkad än en vanlig slåttervall. Som traktor användes en MF 135 förutom vid pressningen då det används en BM 650 med stora däck.

Ett år av tio kan slåttern misslyckas men Hemming slår som vanligt året efter och bärgar ändå materialet som hö. Om strandängarna har översvämmats rejält och det lyckas med skörden, bärgas ca 4000 kg hö/ha. Vid sämre förutsättningar eller där det endast växer starmader blir skörden halverad. Maderna efterbetas alltid av gårdens djur.

Hemming har fått NOLA-stöd sedan 1986, dock är kontraktet skrivet för hela fastigheten och ej endast för strandängarna.

Värmlands län

Kilsviken heter ett naturreservat i Värmland där flera metoder av strandängshävd har prövats. Initiativtagare är Länsstyrelsen i Värmlands län och en engagerad person är *Halvar Leander*. Syftet med projektet är att återskapa den hävd som förekom på 50-talet.

Följande metoder har prövats;

- Bete

Privata markägare har fått landskapsvårdsstöd för att hålla betesdjur på området. Stöd har också utgått för en uppbyggnad av en ladugård för djuren. Djurslagen är kronhjort och nötdjur.

- Bandvagnar

Försvaret har ombetts att hålla övning i området och detta med mycket bra resultat. Ett par regementen har hållit övningar med bandvagnar som bearbetar ytskiktet och mal sönder materialet till en jämn och fin yta.

- Slåtter

Slåtter har förekommit i liten skala och inget material är bortforslat i länsstyrelsens regi. På andra mindre områden som är helt privata förekommer slåtter och bärgning.

Ett flertal andra mindre objekt ligger under behandling, som till exempel Herrön. Det är på initiativ av Karlstads kommun och länsstyrelsen som bland annat vattenspeglar har skapats. Det övervägande skälet för detta är intresset för landskapsvård.

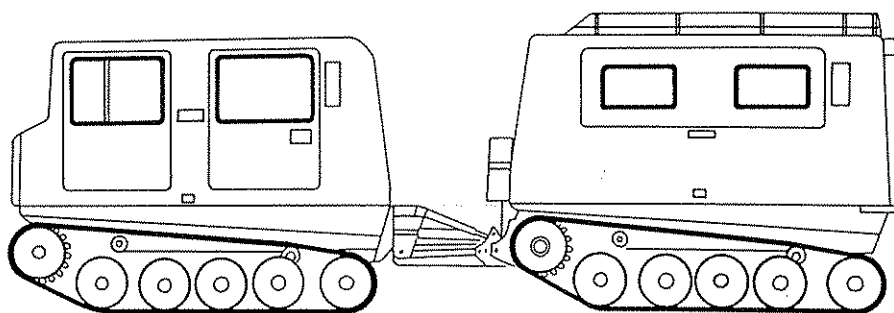


Fig 1. Bandvagn 206. Militären har i vissa fall samordnat sina övningar så att dessa utnyttjats för naturvård. Bandvagnen kan ta sig fram på alla typer av underlag. Normal körhastighet i vegetationen är 6-8 km/h (Tecknare: Svensson, E., ur Stränder vid fågelsjöar, Alexandersson et al., 1986).

Östergötlands län

Områdena runt Tåkern är mycket värdefulla marker ur miljösynpunkt. Med länsstyrelsen som initiativtagare har hävd av 50 ha starrmader påbörjats. Ledande person i projektet är *Bo Gustavsson*. Det primära syftet är att bevara fågelarterna och det sekundära floran. Starrmaderna hade upp till 1 meter höga tuvor innan restaureringen påbörjades, men idag slås ca 20 ha.

Tuvorna frästes utmed markytan med en konventionell jordfräs. Sedan trampades tuvorna ned av betande djur. All mark som ligger under hävd efterbetas. Åtminstone till att börja med utförs slåtter med rotorslåttermaskin. Eventuellt efter ett par år utförs slåttern med klippande dubbelkniv för att skydda vissa växtarter. Maderna slås när vattenståndet är som lägst, vilket brukar vara i september eller i oktober. Efter slåttern strängläggs gräset med en hästräfsa, så kallad hjulräfsa, dragen av en jordbrukstraktor, för att sedan brännas. Detta förfarande beror på den dåliga bärigheten. De har även försökt med självlastarvagn men bärigheten är för dålig. Bo Gustavsson önskar att det fanns dubbelmontage eller liknande på lastarvagnar för att ersätta bränningen.

Efterbetning eftersträvas och betningen utförs av Islandshästar från trakten. Dessa betar gräset kortare än andra betande husdjur och är ej i behov av frodigt bete.

Länsstyrelsen har en egen traktor. Traktorn är i 45 kW-klassen, men erfarenheterna tyder på att den borde ha en effekt på 75 kW. De är även delägare i en Howard jordfräs tillsammans med en privat entreprenör. Han är lovad arbete en månad per år med jordfräsen i detta projekt.

Områdena omkring Tåkern är finansierade som naturreservat. Nuvarande kostnad för slåtter och bränning är i snitt 1 000 kr/ha (max 1 700 och min 600 kr/ha). Restaurering genom fräsning som tar ca en dag/ha kostar ca 2 000 kr/ha.

Ett misstag har gjorts en gång där ytlagret frästes sönder. Ytlagret, ca 15 cm tjockt, innehåller det sammanhållande rottäcket som bär maskinerna. Detta sammanhållande yttäcke tar lång tid att återställa.

Södermanlands län

På initiativ av länsstyrelsen, påbörjades 1994 restaurering av Svanvikenområdet som ligger på två sidor om Arnöån vid Nyköping och är på totalt ca 90 ha. Ansvarig person på länsstyrelsen är *Hans Sandberg*. De praktiska arbetena har kontrakterats med traktens Farmartjänst. Syftet är att främja den fauna som trivs på strandängar.

Första året iordningställdes 45 ha genom att först bränna gammalt fjolårsgräs, varefter marken betesputsades med en maskin dragen av en fyrehjulsdriven traktor utrustad med lågtrycksdäck. Detta var en engångsåtgärd och skulle vara klart den 5/4 1994. Slåttern och bärgning genomfördes i slutet av juli och i början av augusti. Därefter efterbetades ängen.

Varje år mellan 15/7 till 5/8 skall slåttern genomföras. Den utförs med konventionella vallmaskiner som rotorslåttermaskin, storfyrkantpress på fastare underlag och lastarvagn på fuktigare avsnitt. Däcken på pressen är 600 mm lågtrycksdäck. Lastmaskinen som lastar balarna är en LM-4200 eller ibland en lantbrukstraktor med frontlastare, båda utrustade med lågtrycksdäck.

År 1995 skall hävd av ytterligare 30 ha påbörjas. Detta på ungefär samma sätt som på det tidigare området. Kostnader under 1994 för iordningställande av marken genom slåtter, strängning och bränning var initialt 3 250 kr/ha, kostnad för löpande skötsel bedöms uppgå till ca 1500 kr/ha.

Problemen är dels att området hade behövts fräsas för att få ned tuvorna och dels att få en maskinkedja som inte rullar mer än en gång per ytenhet. Markerna tål inte att överfaras två gånger på samma yta. Ett flertal andra stora områden i Södermanland är aktuella att börja hävdas om bara tekniken och erfarenheterna blir större.

Västmanlands län

På initiativ av länsstyrelsen påbörjades 1987 hävd av ett antal strandängar i Svartåområdet. Samordnande person är *Lennart Glad* på Länsstyrelsen i Västmanland. Efter en tvist med lantbrukarna i området, som ville valla in området, beviljades NOLA-stöd till lantbrukarna för vård av den mark de inte fick valla in.

Idag hävdas totalt 400-500 ha i länet, men en ökning av arealen är önskvärd. Svartåområdet har idag 240 ha slåtterstrandängar och 140 ha bete, men skall utökas till att omfatta 300 ha slåtter och 200 ha bete. Det finns ytterligare större sammanhängande områden av varierande areal.

Strandängarna sköts genom avtal med privata lantbrukare med en samordnande "huvudman", Yngve Grafström. Han ansvarar även för en rotorslåttermaskin som länsstyrelsen äger. I övrigt är det konventionella vallmaskiner som används för hävden. Avtalen är antingen NOLA-stöd eller stöd för landskapsvård. Slåttern får påbörjas tidigast den 10 juli. En stor del av växtmaterialet avsätts som hö till hästägare. Bra kvalitet betalas med 50 öre - 1 kr/kg. Markerna, som ofta är torvmarker är känsliga för trampskador, är sällan reglerade i avtalen med avseende på efterbete. I övrigt är markerna körtåliga. Lantbrukarna får 1 500 kr/ha för slåtter enligt avtal. Initialkostnaden 1987 var 2 100 kr/ha.

Syftet med hävden är främst att skydda fåglar och övrig fauna som trivs på dessa hävdade strandängar. Något område bevaras också på grund av den internationella våtmarkskonventionen (Convention on Wetland). Vissa områden har slagits oavbrutet sedan flera hundra år tillbaka. Den speciella slätterfloran, framförallt starr och gräsarter i Västeråstrakten, blir inte speciellt hög. Men det råder aldrig några problem med att slå av det. Om majvivor eller kalkkärr med dess vegetation förekommit hade antagligen klippande skär varit nödvändigt, tror Lennart Glad.

Innan starten 1987 togs provytor på flora och dessa följs upp kontinuerligt. Önskemål finns om ett slätteragregat som klarar vass och blöta starrmader samt någon form av maskin som samlar upp hö från blöta marker med dålig bärighet.

Kopparbergs län

Områdena i Dalarna ligger i försökstadie. Områdena är Holmsjöarna i Borlänge kommun som finansieras som naturreservat, Hovran i Hedemora kommun som får pengar genom fonden för landskapsvård och slutligen Limsjöområdet i Leksands kommun som får pengar likt Hovran. Initiativtagare är Länsstyrelsen Dalarna förutom vid Limsjöområdet där Leksands kommun är initiativtagaren. Ansvarig på Länsstyrelsen är *Hannes Mellqvist* och vid Leksands miljökontor *Staffan Myller*. Mellqvist betonar att projekten ligger i försökstadie och har inte kommit igång på allvar.

Hovranområdet restaureras med fyra olika metoder beroende på bärighet:

- Enbart bete av våtmarken.
- Vid torrare förhållanden sker slätter med slaghack driven av en lätt traktor. Därefter efterbetas markerna.
- Om det inte är torrt och inte alltför blött används en större fräs, en torvfräs som är ca 3 m bred och tar knähöga tuvor.
- Vid våta markförhållanden sker fräsningen med en flytande jordfräs. Det är en företag vid namn *NOVASS AB* från Sollentuna har varit där och prövat en maskin för tuvtåteluvtovor. Maskinen samlar sedan upp tuvorna och kör bort dem. Försök har gjorts med att lägga dem som jordförbättring på åkermark. Mellqvist är ännu ej nöjd med funktionen av tuvtåtelupptagaren. Blött och tungt material att hantera gör funktionen svår.

Fräsning och restaurering påbörjades 1993 och markerna som frästes då har inte behövts slås under sommaren 1994 men slätter 1995 planeras. Slagen areal är 18 ha och betad är 24 ha. Ingen bärgning av slätter sker i dagsläget. Holmsjöarna håller på att restaureras med hjälp av entreprenören Våtmarks restaurering AB.

Limsjöområdets åtgärder påbörjades 1993 och har därför inte bidragit med några erfarenheter, menar Staffan Myller. Projektet drivs tillsammans med affärskedjan Hemköp och det går ut på att låta KRAV-an slutna djur beta på dessa marker. Hemköp

köper in djuren och ger dem till bönderna medan bönderna förbinder sig till att bland annat leverera djuren till Hemköp. Dessa djur är ett antal vildgrisar, Hereford och Highland cattle.

Möjlighet finns att vattenreglera Limsjöområdet som normalt har ett vattendjup på ca 50 cm. Tidvis torrläggning av området skulle möjliggöra betning av hela området.

Gävleborgs län

Ett 100 ha stort strandområde kallat Maderna ligger fördelat på två sidor om Söderalaån. Detta område slogs tidigare men har nu inte slagits på 10 år. För att upprätthålla landskapsbilden och främja ornitologin och florin vore det önskvärt att området kom i hävd igen. Initiativtagare är länsstyrelsen och ansvarig person är *Jonas Lundin*. Där växer rörflen, sly och starr mm. Området kommer antagligen att iordningställas med hjälp av en slaghack och därefter kommer traditionell slåtter att vidtas.

Just nu är länsstyrelsen i färd med att utreda markägarfrågor på området. Lundin tycker att det vore önskvärt att senare kunna dämna området så att högre vattenstånd kan råda under översvämningstider och lägre vattenstånd vid normala lågvattentider. Detta behov beror mycket på att ån är rätad en gång och ej är i naturligt skick.

Länsstyrelsen räknar med att lägga ut arbetena på anbud. Kostnader för slåtter kan tänkas hamna på omkring 1 500 kr/ha. Området som skiljs av från området omkring Ålsjön (se nedan) av E4:an, kommer kanske att klassas även den som naturreservat, med finansiering därigenom.

Ålsjön är ett vattendrag i närheten som är klassat som naturreservat. Där arbetas för att bete av strandängarna skall komma igång. Entreprenör Våtmarks Restaurering AB har restaurerat området genom att fräsa det. Det enda område som idag slås i länet är vid byn Sanna vid Ljusnan. Området är på 4-5 ha och slås av en lantbrukare konventionellt.

Sammanställning

	Kristianstads Skaraborgs Jan		Värmlands		Östergötlands Söderman-		Västmanlands Kopparbergs		Gävleborgs	
	län	län	Hemming län	län	län	lands län	län	län	län	län
Totalareal	1300 ha	400 ha	15 ha	Okänt	50 ha	125 ha	400-500 ha	50 ha	200 ha	
Slätterareal	400 ha	50 ha	15 ha	Inget	20 ha	45 ha	240 ha	18 ha	Inget	
Syfte	Fåglar/Flora	Fåglar	Tradition	Tradition	Fåglar	Fåglar	Fåglar	Landskapsvård	Landskapsvård	
Initialåtgärd	Bl.a slaghack	Ingen	Ingen	Bandvagnar	Fräsning	Betesputsning/ Bränning	Ingen	Fräsning	Fräsning	
Bärgning	Ja	Något	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej	
Tidpunkt	25/6-1/8.		1/7.		Sept-Okt.	15/7-5/8.	10/7.-			
Efterbetning	Ja	Ja	Ja	Förekommer	Ja	Ja	Förekommer	Förekommer	Förekommer	
Initialkostnad	Okänt	Ingen	Ingen	Ingen	2000 kr/ha	3250 kr/ha	2100 kr/ha	Okänt	Okänt	
Årlig kostnad	500-1000 kr/ha	Okänt	Privat	Okänt	1000 kr/ha	1500 kr/ha	1500 kr/ha	Okänt	Okänt	

HJULUTRUSTNINGENS INVERKAN PÅ BÄRIGHETEN

Hjulustrustningen på moderna maskiner blir allt mer sofistikerad för att undvika markpackning. Trenden är att hjulen breddas och att diametern på hjulen blir allt större. Markpackning innebär att jordens totala volym luft och vattenhållande porer pressas samman och minskar. För att minimera markpackningen kan maskinvikterna minskas och framför allt maskinernas understödsyta ökas. I första hand sker idag det senare alternativet genom att ändra hjul- och däckstrustningen. På låglänta strandängar är det inte markpackning som är det stora problemet utan det är dålig bärighet som begränsar framkomligheten. Med större understödsyta på maskinerna förbättras framkomligheten avsevärt på denna typ av underlag.

Tryck

Tryck är kraft per ytenhet. Trycket kan minskas på två sätt. Dels genom att minska kraften och dels genom att öka ytan. För att minimera markpackningen i markens övre skikt skall trycket mot markytan minimeras. Det är alltså yttrycket och inte den totala tyngden som avgör om markytan blir sammanpackad. Däcket har ett givet ringtryck som inte påverkas av vilken belastning som vilar på hjulet. Vad som händer när däcket belastas är att det utövar ett tryck mot markytan. Trycket mot markytan kan, av jämviktsskäl, dock aldrig överstiga däckets ringtryck. För att hela belastningen skall bäras upp måste därför understödsytan ökas eftersom att tyngden (kraften) och trycket är givna. Detta sker genom att däcket breder ut sig. Trycket mot markytan justeras alltså genom att ändra däckets ringtryck. En förutsättning är givetvis att belastningen inte är större än att däcket kan breda ut sig tillräckligt mycket utan att det går sönder.

Marktrycket på en fastmark

Som fastmark räknas här marker med bärighet på stort djup. I princip ökar jordens penetreringsmotstånd med ökat djup. Detta är den allra vanligaste marktypen som det bedrivs konventionellt jordbruk på.

Om däckstrycket är högre än fastmarksmarkytan kan bära, packas markytan och spårbildning sker. Detta innebär att hjulet sjunker ner i marken och kontaktytan mellan däck och mark ökar. Hjulet sjunker ner tills understödsytan blir så stor att trycket på understödsytan blir lika stort som markens bärighet. Ökad yta med konstant belastning medför att trycket minskar. Ett praktiskt exempel följer nedan. Detta är en något förenklad bild av verkligheten men den är principiellt riktig.

Maskintyngd: 10 kN
Däckstryck: 80 kPa
Markens bärighet utan deformation: 100 kPa

I detta fall tar marken upp däckstrycket utan att deformeras. Däckets understödsyta (A) blir:

$$A = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ N}}{80 \cdot 10^3 \text{ Pa}} = 0,125 \text{ m}^2$$

Det är givetvis en förutsättning att däckets medger denna utbredning. Om däckets inte medger utbredning till mer än 0,050 m² måste ringtrycket (P) ökas till:

$$P = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ N}}{0,050 \text{ m}^2} = 200 \text{ kPa}$$

I detta fall, när däckstrycket är högre än marken tål, deformeras inte däckets utan marken, och hjulet sjunker ner i marken tills understödsytan blir:

$$A = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ N}}{100 \cdot 10^3 \text{ Pa}} = 0,100 \text{ m}^2$$

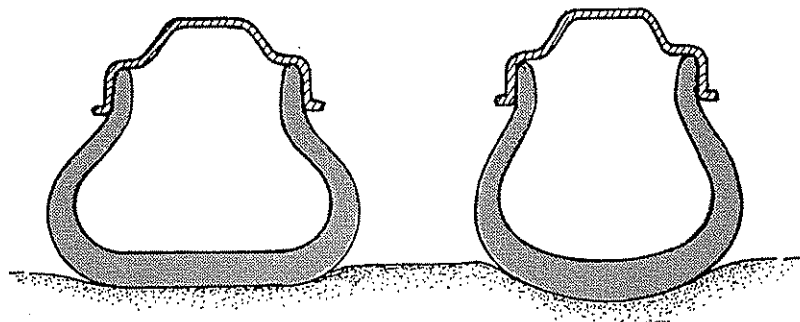


Fig 2. Däckets till vänster deformerar inte markytan lika mycket som däckets till höger, trots att axelbelastningen är lika i båda fallen (Tecknare: Molander, K., ur Traktorlära, Wetterblad, 1988).

Marktrycket på marker med dålig bärighet

Som marker med dålig bärighet räknas marker där bärigheten är sämre på stort djup än i markytan. På dessa marker är penetreringsmotståndet i regel störst i markytan och avtar ner till ett visst djup där det sedan förblir relativt konstant vid ökat djup. Att markens bärighet är bättre i markytan beror på att vegetationens rotsystem ligger som ett sammanhängande täcke ovanpå den "flytande" jorden.

I detta fall har däckstrycket mindre påverkan på markens deformation, eftersom marken i princip sett inte gör något motstånd på lite större djup. Detta gör att hjulets understödsyta ökar genom att marken formar sig efter hjulet. Efter hjulets överfart återfår marken till stora delar sin ursprungliga form.

Rullningsmotstånd

Rullningsmotstånd uppkommer när däckets och/eller markytan deformeras. Rullningsmotståndet är i princip så stort som den kraft som krävs för att deformera däckets eller markytan (Danfors, 1980). Dock krävs det väsentligt mer kraft att deformera marken än det krävs att deformera däckets. Detta beror på att däck deformationen blir en form av potentiell energi som återvinns då däckets återfår sin normala form. Energin som går åt till deformationen av markytan går däremot "förlorad", eftersom denna deformation är bestående. För att minska rullningsmotståndet, och därmed dragkraftsbehovet, är det därför viktigt att ha så lågt däckstryck som möjligt, för att undvika kraftkrävande spårbildning.

Om spårbildning är oundviklig bör ökningen av hjulets understödsyta i första hand ske genom att öka hjuldiametern, istället för att öka däckens bredd (Gee-Clough, 1980). Detta beror på att när marken deformerats med en given kraft så upphör deformationen, och markytan kan bära upp denna yta vid nästa överfart utan att deformeras. Ett brett däck med liten hjuldiameter deformerar en bredare markremsa än ett smalt däck med stor hjuldiameter. Om dessa båda däck har samma ringtryck och samma belastning blir deras understödsyta lika stor och de sjunker ner lika mycket i marken (Gee-Clough, 1980). Eftersom det breda däckets deformerar en bredare markremsa, går det därför tyngre att dra fram.

Skillnad mellan hjultryckets och axeltyngdens påverkan på marken

Fastmark

För att få en bättre förståelse av karaktären på däcktryckets påverkan på en fastmarks markyta, är det viktigt att förstå skillnaden mellan däckstryck och axelbelastning. Däckstrycket påverkar marken i ytskiktet och fördelar maskintyngden över en stor yta. Om deformationen är för stor på en fastmark är det alltid möjligt att minska den genom att öka understödytan och minska däckstrycket. Hela maskinvikten måste dock bäras upp av marken. På djupet ackumuleras ytrycket mot centrum av markytan som trycket verkar på i en tänkt upp- och nedvänd pyramid. Det är alltså axeltyngden som avgör hur maskinen påverkar marken på lite större djup (Olsen, 1994). Detta gör att det inte går att komma ifrån markpackningsproblemet på djupet genom att sänka däckstrycket. Detta är ett dilemma i det konventionella jordbruket. I vissa sammanhang är dock det stora

problemet att undvika spårbildning, vilket alltså vid en given axelbelastning kan kontrolleras med understödsytan och däckstryck.

Mark med dålig bärighet

På denna marktyp är det inte lika enkelt att justera bärigheten genom att ändra däckens ringtryck. Däckens ringtryck är i regel högre än markens "bärighetstryck", varför marken deformeras innan däckets. Markdeformationen återgår emellertid efter hjulets överfart, såvida inte vegetationstäckets markytan har brustit.

Axelbelastningen har mycket stor betydelse för marker med dålig bärighet. Det är vegetationens sammanhängande rotsystem som bär upp den pålagda belastningen. Vid en viss pålagd kraft brister det översta markskiktet och bärigheten är då obefintlig. Det gäller att bevara markskiktet med vegetationens rotsystem intakt för att överhuvudtaget ha bärighet. För att öka bärigheten på denna marktyp skall den vertikala ytan som marken brister längs ökas. Detta kan ske genom att öka antalet hjul eller genom att förse fordonet med band. På dessa marker är det bättre att förse fordonen med dubbelmontage än med breda hjul, förutsatt att de dubbelmonterade hjulen sitter en bit ifrån varandra. Med dubbelmontage fördubblas längden på gränsskiktet mellan däckskant och mark medan den endast ökar med dubbla däcksbreddningen vid montering av bredare däck.

IORDNINGSTÄLLANDE AV VÅTMARK.

Då hävden skall ske maskinellt utan betesdrift ställer det speciella krav på iordningsställandet. Av rent praktiska skäl bör en första åtgärd leda till att minska den tuvbildande vegetationen. Detta underlättar kommande arbetsmoment med arbetsfordon. En alltför kraftig bearbetning av marken som plöjning eller motsvarande bör undvikas, då det kan leda till en förändring av markmiljön, vilket bl.a kan leda till sämre bärighet. Men eftersom varje våtmark är unik, går det inte att generellt säga hur markberedningen skall utföras för att bästa resultat skall uppnås.

Vissa enkla regler kan dock anges. Det finns således många faktorer som spelar in på hur markberedningen skall utföras, exempelvis sten i markytan som gör det omöjligt att använda vissa maskintyper. Sly och gamla stubbar påverkar även vilken maskintyp som kan vara lämplig att använda utan att haverier uppstår. Jordarten har betydelse, eftersom inte alla jordarter har samma bärighet. Det kan leda till att maskiner med speciell hjulutrustning måste användas, såsom dubbelmontage eller hjul med större diameter för att kunna erhålla en så jämn och smidig gång som möjligt. Vid användning av denna typ av hjulutrustning minskas spårbildningen eftersom hjulen får en större anliggningsyta. Rullningsmotståndet minskas och marktrycket sjunker. Det största problemet är ändå att det

ofta finns tuvor på denna typ av vegetation. Dessa tuvor måste tas bort för att erhålla en jämn ytstruktur så att skörd senare skall kunna ske med konventionell teknik.

För att få en bra start på iordningställandet av en våtmark, kan den befintliga växtligheten brännas på plats. Det leder till att mängden gammal växtlighet kraftigt minskas, vilket i sin tur gör att inget onödigt material passerar genom de maskiner som används till att iordningställa marken. Bränning av gammal växtlighet bör ske tidigt på våren, så att inte djurlivet påverkas. Förnan skall dock vara så pass upptorkad att maximal avbränning erhålles. Om marken är så pass jämn att det utan att först jämna till den går att slå gräset efter fåglarnas häckning, kan avbränning ske vid denna tidpunkt. Bränningen medför även att gräsets kvalitet höjs efterföljande år, vilket kan vara bra ifall växtligheten skall användas som djurfoder.

De maskiner som är tänkbara för att skapa en jämn och hållbar markyta är en traktor-monterad jordfräs med antingen skär eller med slagor vilka skall svepa utmed ytskiktet. Denna typ av maskin är att föredra om markytan är mycket ojämn och det finns stora stenar och stubbar. Dessa maskiner är inte så känsliga för stora påfrestningar, vilket gör att en relativt hög hastighet kan hållas utan att för den skull riskera några haverier. Fräsarna kräver dock ett högt effektbehov per meter arbetsbredd, vilket leder till behov av tyngre maskiner som ej är att föredra på dessa marker. Om en stenkörning skulle inträffa finns det brytpinnar på kraftöverföringssystemet som gör att fräsen stannar. På putsmaskiner med slagor är dessa fritt upphängda så att de viks undan vid kontakt med något fast föremål. Traktormonterade jordfräsaggregat finns i arbetsbredder från 0,5 m till 4 m. Viktigt att beakta är att inte fräsa för djupt ner i marken, eftersom markens bärighetsförmåga påverkas. Låt istället maskinen svepa jäms ytskiktet och ta endast upphöjnader. Det är bättre att fräsa marken flera gånger och ta lite varje gång istället för att äventyra vegetationstäcket genom att fräsa för djupt. Att återställa ett vegetationstäck tar ca 2-3 år.

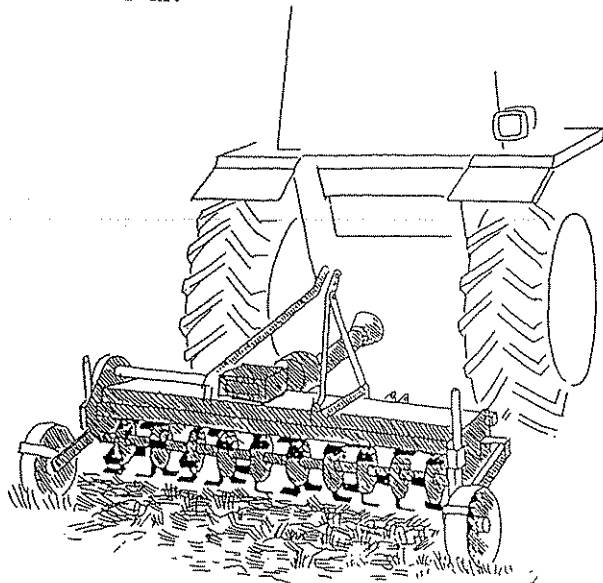


Fig 3. Med en rotorkultivator eller jordfräs kan även den mest högtuviga maden förbättras som betes- eller slåttermark. Kultivatoren kan utrustas med kniv- och spikrotorer (Tecknare: Svensson, E., ur Stränder vid fågelsjöar, Alexandersson et al., 1986).

Saknar våtmarken stora tuvor, stora stenar eller stubbar, kan en betesputsare användas. En betesputsare fungerar som en gräsklippare, med roterande knivar. Betesputsaren är även den likt fräsen traktormonterad och drivs via kraftöverföring från traktorn. Betesputsaren är mera känslig för påkörningar än vad fräsarna är, vilket kan leda till haverier hos knivarna. Betesputsarna finns i arbetsbredder från 1,5 meter upp till drygt 6 meter. De är inte lika tunga som fräsarna och har heller inte lika stort effektbehov.

Det finns även specialmaskiner under utveckling, vilka bör användas vid extrema markförhållanden. Det kan vara marker med mycket stubbar eller där marken delvis är vattentäckt. Två företag som har konstruerat och som använder sig av sina maskiner är *LVR AB* (Lindings våtmarksrestaurering AB), hemmahörande i Söderala utanför Söderhamn och *NOVASS AB* (Norrorts vassbekämpning AB), hemmahörande i Sollentuna. *LVR*'s maskiner byggs efter behov, eftersom varje projekt är unikt. Maskiner de använder idag är en 10 tons grävmaskin monterad på en flytbrygga, (det krävs 15 kubikmeter luft för att hålla grävmaskinen flytande). Med denna maskin utföres muddring, grävning, vegetationsbekämpning, dikning och pålning av fågeltorn. Företaget har även en flytande traktor, vilken är utrustad med åtta lika stora dubbelmonterade hjul och har en jordfräs monterad mellan framhjulen. Arbeten som traktorn utför är vegetationsfräsning, trampning (nedkörning av vegetation, så att rötterna skadas), transporter, bärgning och bogsering.

LVR AB har även planer på att konstruera en bandvagn med något slag av bearbetande redskap monterat. Även någon typ av redskap för montering efter en fyrhjulig motorcykel är under utveckling. *NOVASS AB* använder sig av bandgående pistmaskiner utrustade med bakmonterad jordfräs. Jordfräsen drivs av en separat motor monterad på maskinens bakre del. Eftersom maskinen är utrustad med 180 cm breda band så är framkomligheten mycket god. Det går att köra där man inte kan ta sig fram till fots. Kapaciteten på denna maskin är ca 2,5 ha/dag. Kostnaden för markberedning med Novass maskiner är 580 kr/h. Detta ger en hektarkostnad på ca 1 900 kr/ha. Framkörningskostnad tillkommer.

SLÅTTER

Valet av metod och maskintyp vid strandängsslåtter påverkas i stor utsträckning av rådande markförhållanden. Påverkande faktorer kan vara stenförekomst, markens bärlighet och jämnhet, areal, arrondering, framkomlighet mm. En annan viktig faktor som påverkar maskinvalet är om grönmassan skall tillvaratagas nertorkad som hö, otorkad som ensilage eller till något annat ändamål.

Maskiner som är aktuella vid strandängsskörd är framförallt konventionella vallskörde-maskiner. Dessa ställer i de flesta fall stora krav på bra markförhållanden. Konstruktionen på dessa maskiner gör att de är mycket effektiva vid vissa specifika förhållanden. Detta gör att många konventionella maskintyper också är inflexibla eftersom de inte klarar varierande förhållanden, som blir aktuellt vid strandängsskörd. I några fall går det

att göra vissa smärre justeringar på maskinerna för att de skall klara varierande markförhållanden, t.ex. byte av hjulustrustning. De växande intentionerna att hålla tillbaka strandängsvegetationen till förmån för flora, fauna och rekreationsvärde har medfört att det på flera håll i landet påbörjats utveckling av mera flexibla maskiner, som bättre klarar de varierade förhållanden som råder vid skörd av strandängsmarker.

Höbärgning eller ensilageskörd

Valet av skördemetod påverkas av om grönmassan skall tillvaratagas som hö eller som ensilage. Hö är lagringsdugligt genom att det är torrt, det vill säga att dess vattenhalt är för låg för att mikroorganismer skall kunna trivas i det och bryta ner det. För att få höet lagringsdugligt krävs goda torkförutsättningar ute på fältet. Det är i regel gynnsammast att torka hö så tidigt som möjligt på sommaren (mitten på juni) på grund av att väderleken då är stabilast och risken för nederbörd minst. På strandängar ska emellertid slåtter äga rum efter mitten på juli.

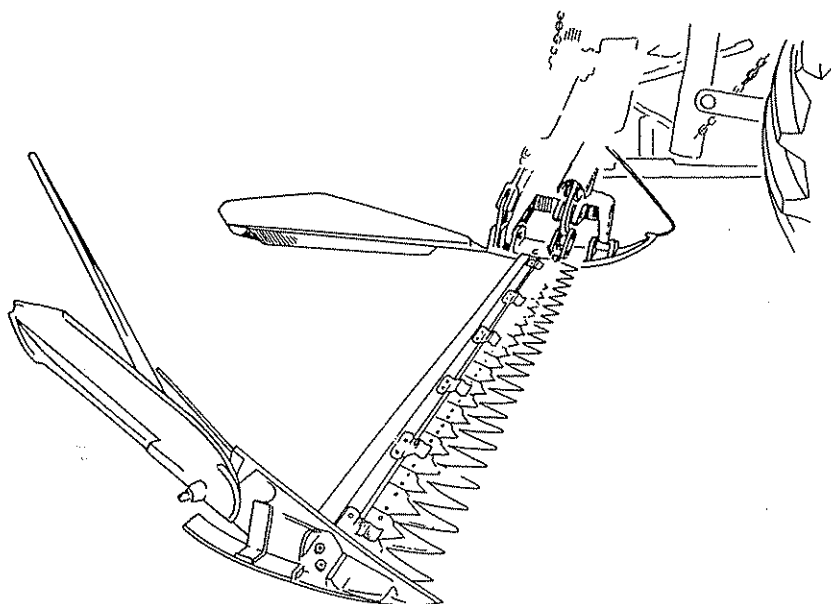
Ensilage är lagringsdugligt genom att luftens syre uteslängs från grönmassan. I den anaeroba miljön som bildas gynnas syrabildande bakterier, främst mjölksyrabakterier. Dessa bakterier gör att grönmassans pH så småningom sjunker till ca 4-4,5 varvid alla mikroorganismers aktivitet upphör. För att lyckas bra med ensileringen krävs att luftens syre uteslängs så snabbt som möjligt, och att den anaeroba miljön behålls under hela lagringsperioden. Dessutom krävs att grönmassan är fri från föroreningar i form av jordinblandning, halm, kadaver av vilda djur och dylikt för att ensilaget skall vara dugligt som foder. Dessa föroreningar innehåller rikligt med mindre gynnsamma mikroorganismer som kan äventyra kvaliteten på det slutgiltiga fodret. För att uteslänga luftens syre måste grönmassan packas. För att det då inte skall bli pressvattenavgång med näringsförluster som följd, bör grönmassans torrsustanshalt vid ensilering vara mellan 30 och 35 %. Ensileringen kan därför, om det finns möjlighet att förtorka grönmassan på slag, ske under i princip hela vegetationsperioden.

Nedan presenteras de vanligaste konventionella maskinerna samt deras egenskaper i form av kapacitet, krav på markförhållanden osv., som kan bli aktuella vid strandängsslåtter av antingen hö eller ensilage. Pågående utvecklingsarbete av nya maskintyper presenteras separat.

Knivslåttermaskin

Den klassiska slåttermaskin som uteslutande användes förr i tiden var en knivslåttermaskin (figur 4). I denna maskin sitter en fram- och återgående knivbalk som arbetar mot ett stillastående motstål. Knivarna har en vass egg som skär av vegetationen. Slåttermaskin med dubbelkniv är en variant på denna maskintyp. Dubbelknivmaskinen arbetar i

stället med två stycken fram- och återgående knivarbalkar mot varandra. Knivslåttermaskinerna lägger den avklippta grönmassan i en sträng direkt efter knivbalken.

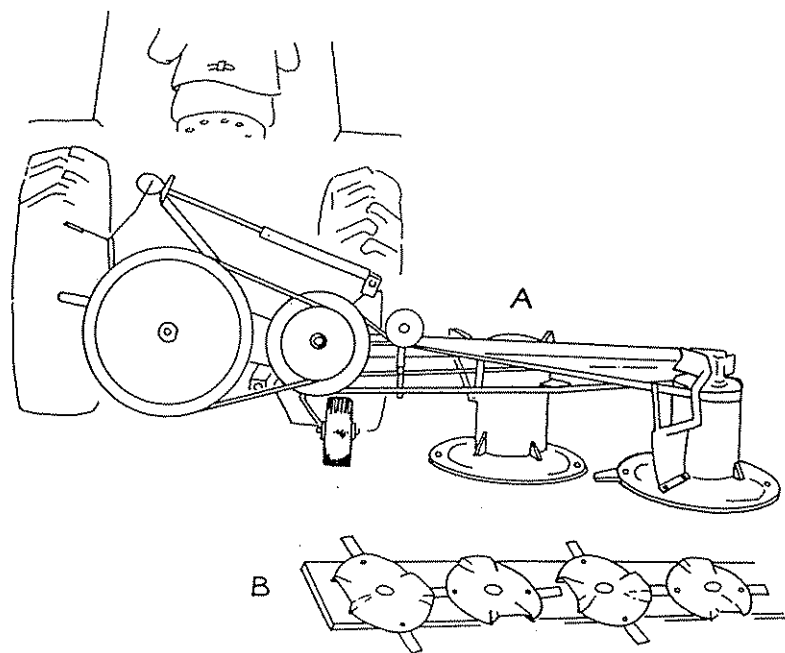


Figur 4. Knivslåttermaskin (Tecknare: Falk, S., ur Fältmaskiner i jordbruket, Eriksson & Zetterberg, 1987).

Eftersom dessa maskiner arbetar med en vass egg är de mycket känsliga för stenpåkörning, ojämnheter i marken och grova föremål som buskar o.dyl. Vid jämna förhållanden och då det är fritt från främmande föremål går det att uppnå hög kapacitet med lågt effektbehov. Maskinvikten är mycket låg och en liten traktor är fullt tillräcklig. Arbetsbredden på dessa maskiner är vanligen ca 2 meter. Avverkningen är svår att precisera eftersom den är starkt beroende av förhållandena. Vid bra förhållanden är 1 ha/h rimligt.

Rotorslåttermaskin/rotorslåtterkross

Rotorslåttermaskinen slår av gräset med knivar som sitter monterade på antingen roterande tallrikar eller trummor (figur 5). Rotorslåttermaskinen lägger grönmassan i en sträng direkt bakom maskinen medan rotorslåtterkrossen efterbehandlar grönmassan i en krossanordning innan strängläggningen, för att uppnå snabbare torkning på fältet.



Figur 5. Rotorslåttermaskin med A, stora rotorer och B, små rotorer (Tecknare: Falk, S, ur *Fältsmaskiner i jordbruket*, Eriksson & Zetterberg, 1987).

Krossanordningen består av antingen två mot varandra roterande profilerade valsar, som gräset passerar mellan, eller av en roterande vals utrustad med "fingrar". Krossningen, som egentligen inte krossar gräset utan endast bryter grässtrånas stjälkar, medför att växtmaterialets yttersta uttorkningsskyddande vaxskikt förstörs vid ett flertal ställen på grässtjälkarna. Detta gör att den krossade grönmassans vatteninnehåll torkar bort betydligt snabbare jämfört med okrossad grönmassa. Krossningen har dock störst effekt då växtmaterialet har som högst vattenhalt (50-80 % vattenhalt, våt bas). Vid den aktuella tidpunkten för strandängsslåtter i mitten av juli, har växtmaterialet betydligt lägre vattenhalt än vid tidpunkten för slåtter av konventionell vall (mitten av juni). Därför blir krossningseffektens inverkan på torkningstiden begränsad vid strandängsslåtter. Om grönmassan skall ensileras vid denna tidpunkt behövs knappast någon förtorkning, och om den skall torkas till hö torde det inte bli stor skillnad i torkningstid beroende på om slåttern är utförd med en rotorslåttermaskin eller med en rotorslåttermaskin.

Med dessa maskintyper erhålls en kombination mellan avklippt och avslaget snitt på grässtråna. Knivarna som slår av gräset har i regel en skarp egg, men rotationshastigheten är relativt hög (70-90 m/s), vilket gör att gräset i det närmaste slås av. Kännetecknande för dessa maskiner är att de har hög kapacitet under bra förhållanden, men kapaciteten försämras avsevärt vid sämre förhållanden. Med sämre förhållanden menas här framförallt stenförekomst, ojämnheter i marken, och hinder i terrängen. Maskinernas arbetsbredder är vanligen i intervallet 1,5-3,0 meter. De mindre maskinerna är i regel hydraulburna, medan de större brukar vara bogserade. Det finns emellertid hydraulburna maskiner med upp till 2,8 meters arbetsbredd. De hydraulburna maskinerna är smidigare att manövrera eftersom de direkt följer traktorns rörelser. De har dessutom en lägre vikt än bogserade då de saknar transportanordning. En hydraulburen slåtter-

maskin kräver i gengäld en stabilare traktor eftersom det blir en stor snedbelastning då maskinen lyfts. En bogserad maskins medelvikt är uppskattningsvis 1-1,5 ton, vilket innebär att ett marktryck på mindre än 50 kPa kan uppnås om maskinen utrustas med lågtrycksdäck. Motsvarande burna maskin väger 500-800 kg, vilket innebär att samma låga marktryck kan uppnås med denna maskin om traktorn utrustas med lågtrycksdäck.

Dessa maskiner ställer olika krav på markförhållandena beroende på om de är utrustade med stora trumrotorer eller om de är utrustade med små tallriksrotorer. Tallriksrotorerna sitter monterade ovanpå en rotorbalk i vilken transmissionen till drivningen av rotorerna är placerad. Denna rotorbalk, som är konstruerad så liten och lätt som möjligt för att förbättra maskinens genomsläpplighet och för att minska maskinens vikt, är mycket känslig för kraftiga stötar från t.ex stenpåkörning. En kraftig stöt kan nämligen leda till deformation av rotorbalken vilket medför kostsamma reparationskostnader (i regel utbyte av hela balken). Trumrotorerna, som är betydligt större och tyngre, sitter monterade hängande i en rotorbalk. Eftersom rotorbalken är monterad ovanför rotorerna kommer den aldrig i kontakt med marken. Dels minskar den uteblivna markkontakten rotorbalkens känslighet för stötar, dels har rotorbalken en robustare konstruktion.

Dessa maskiners avverkningsförmåga ligger på mellan 1-3,5 ha/h, beroende på arbetsbredd och möjlig körhastighet. Hastigheten vid konventionell slåtter kan uppgå till 15 km/h, men då ställs väldigt höga krav på att marken är jämn. Maskinernas effektbehov varierar mellan 25-55 kW beroende på arbetsbredd och körhastighet.

Slaghack/dubbelhack

Slaghacken slår av gräset med slagor. Slagorna sitter monterade på en horisontell roterande axel (fig 6.). Slagorna har inga vassa egg, utan gräset slås av på grund av hög rotationshastighet. Den höga rotationshastigheten gör att slagorna får en fläktverkan som transporterar den avslagna grönmassan vidare upp i ett på slaghacken monterat torn. När grönmassan lämnar tornet förpassas den vidare till en följevagn efter slaghacken eller till en bredvidgående vagn. Det går även att låta vegetationsmaterialet blåsa rakt bakåt på marken. Med denna maskin kan gräset slås av och lastas i ett moment med bibehållen strålängd och vattenhalt. Slagornas fläktverkan medför att främmande föremål, till exempel sten, jord och andra föroreningar, kan följa med grönmassan upp i vagnen. För att grönmassan skall vara tjänlig som foder krävs därför att ången är fri från föroreningar. Starttuvor som lossnar alltför lätt kan ibland fastna i hacken och vålla problem. Större ojämnheter kan göra att grönmassan blir jordbemängd, eftersom slagorna når ner i marken när maskinen sjunker ner i någon fördjupning. Med mycket jord i grönmassan är den totalt oduglig som ensilage, eftersom jorden är bemängd med smörsyrabakterier. Smörsyrabakterierna gör att ensilaget feljäser och blir odugligt som foder. Den långa strålängden gör att materialet är svärpackat och att det kan bildas små luftfickor i det. Vid lufttillträde sker en oönskad svamptillväxt som försämrar kvaliteten på det slutliga fodret. Arbetsbredderna på slaghackarna varierar mellan 1 och 1,5 meter. Effektbehovet är 25-35 kW. Kapaciteten är ca 1 ha/h.

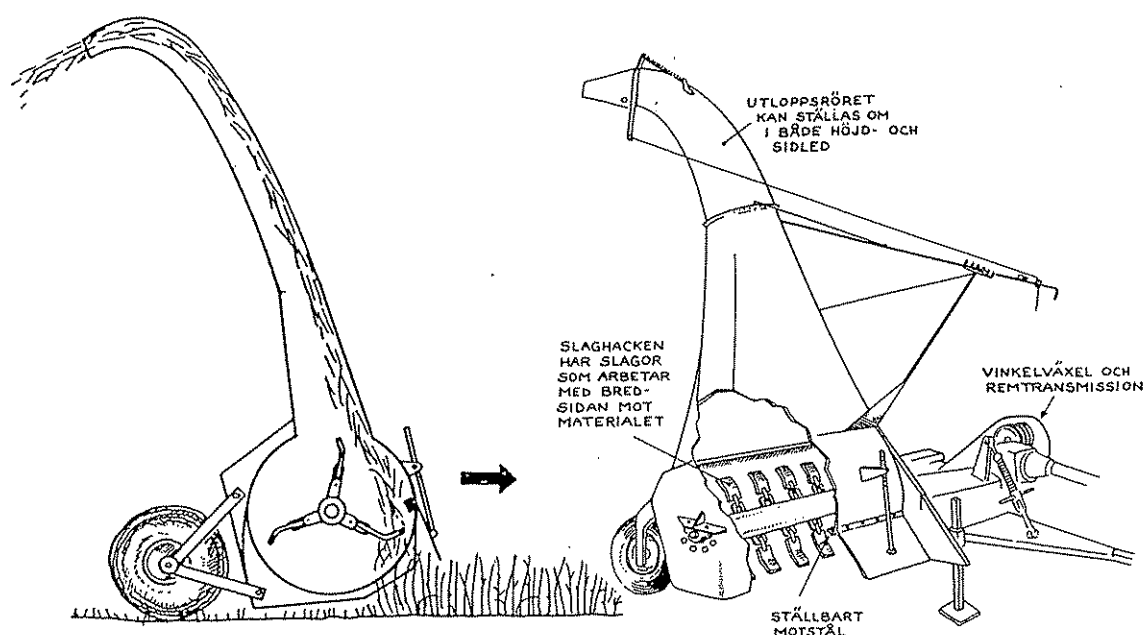


Fig 6. Slaghacken har en enkel och robust konstruktion (Tecknare: Falk, S., ur *Fältmaskiner i jordbruket*, Eriksson & Zetterberg, 1987).

Dubbelhacken fungerar i stort sett likadant. Även denna maskin slår av växtmaterialet med slagor på liknande sätt som slaghacken. Dubbelhacken är dessutom utrustad med ett fläkthjul försett med knivar. Fläkthjulet hackar sönder växtmaterialet och blåser upp det i tornet. Slagornas funktion på dubbelhacken är begränsad till att enbart slå av växtmaterialet, varför de är något annorlunda utformade. Den annorlunda utformningen gör att slagorna på denna maskin inte har så stor fläktverkan. Detta minskar risken att få in främmande material bland grönmassan. Jämna marker krävs ändå för att inte jord och andra främmande föremål skall plockas upp. Dubbelhacken finhackar växtmaterialet vilket gör det mer lättpackat så att luften kan pressas ur. Arbetsbredderna är mellan 1,5 och 2 meter. Effektbehovet är 40-50 kW. Avverkningen är 1 ha/h.

Dessa båda maskiner är inte speciellt känsliga mot stenpåkörning och andra olägenheter som ojämnheter i marken, grova grenar och andra främmande föremål som kan vara aktuella. Vegetationen skördas direkt på rot och grönmassan lastas i ett och samma moment i en följevagn eller i en bredvidgående vagn. Med dessa båda maskiner krävs endast en överfart på marken om en följevagn används.

För att grönmassan, skördad med antingen slaghack eller dubbelhack, skall kunna användas som foder ställs vissa krav. Om den skall ensileras krävs att den är fri från föroreningar, att vattenhalten maximalt är 70 %, och att transportsträckorna till lagringsplatsen är tillräckligt korta. Om den med slaghack eller dubbelhack avslagna och lastade grönmassan skall beredas till hö krävs att det inom tillräckligt korta avstånd finns tillgång till mark där den kan spridas ut för torkning.

Kravet på maximalt 70 % vattenhalt i grönmassan beror på att pressvattenavgång är svår att undvika vid högre vattenhalt. Vid pressvattenavgång förloras betydliga mängder av energi- och näringsinnehållet. Kravet på korta transportsträckor beror av att det blir väldigt stora mängder grönmassa som skall transporteras iväg vid så höga vattenhalter. Vid långa transportsträckor försämras effektiviteten väsentligt. Om det går lång tid mellan slåtter och inlagring förloras värdefull energi innan grönmassan ensileras.

UPPSAMLING AV GRÖNMASSAN

Ett delmål är att hävden av strandängar utförs med ett starkt reducerat antal överfarter. Bäst är det om hela skördeprocessen kan genomföras med en överfart. Detta gäller främst lågt belägna vattensjuka marker. Marker som torkar upp och ger bra bärighet kan hävdas med enklare maskiner. Med enklare maskiner menas konventionell teknik som lantbruket idag använder för skörd av utdikade marker. Finns det möjlighet att använda sådan teknik förbilligas skördekostnaderna utan att resultatet försämras. Dessa maskinkedjor kräver dock att man gör fler överfarter på fältet. Sedan kan dock grönmassan användas till avsalu. Konventionella maskiner, som används vid den typen av hävd, bygger på att fältet belastas med ungefär fyra överfarter, beroende på vad grönmassan skall användas till.

På fält med sämre bärighet måste hävden ske med helst en, eller max två överfarter. Materialet måste kunna köras bort även om det skulle komma nederbörd. Man kan således inte räkna med att ta hö för senare avsalu till gårdar. Materialet måste samlas upp direkt i en samlarvagn, för vidare transport från fältet. Om materialet inte kan torkas på fältet leder det till att det blir fler antal ton grönmassa som skall transporteras från fältet. Torr grönmassa har 20-30% vattenhalt, medan våt grönmassa har 70-80% vattenhalt. Det blir således mer än dubbelt så stor massa som skall transporteras från fältet om det skall ske som vått material. Det kan därför bli ett problem och leda till fördyrade skörde-kostnader. Skörd med endast en överfart måste i regel genomföras med en extra utrustad traktor. Alternativet är att skörda med slaghack och en efterföljande vagn. En annan variant är att frontmontera avklippningsaggregatet och ha en efterföljande vagn med pickup. Traktorn måste då vara utrustad med lyftanordningar fram. Detta är inget stort problem i sig men leder till fördyrade skörde-kostnader.

Den till synes enklaste metoden är höberedning, om markens beskaffenhet tillåter. Denna typ av hävd kan genomföras med idag tillgänglig teknik, och fodret är relativt lätt att sälja. Totala torrsbstansskörden blir ofta hög på våta marker. Därför inbringar höet en inte försumbar intäkt. Sammantaget leder detta till att skörden blir enkel och billig i jämförelse med om specialbyggda maskiner måste användas.

Höskörd på våtmark

Vid höberedning måste markerna torka upp för att tåla att antalet överfarter blir fyra till fem stycken. Det finns idag ingen bra teknik för att flytta grönmassan till en annan plats för att där torka gräset till hö. Men det pågår utvecklingsarbete för att kunna sprida ut grönmassan på annan mark med bättre bärighet. I framtiden skulle detta kunna leda till att våtmarken endast behöver belastas med en överfart. Detta gäller främst de mycket låglänta markerna. En sådan förflyttning av grönmassan fördyrar skördearbetet, varför det endast kan bli aktuellt på ur miljövårdssynpunkt särskilt värdefulla marker.

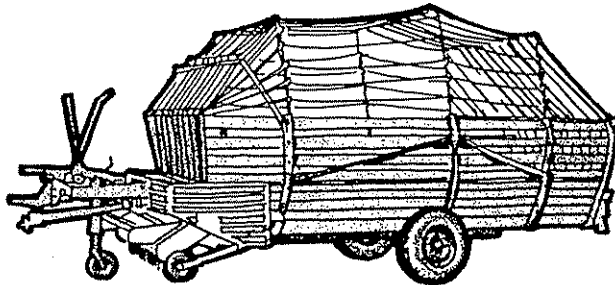
Nedan presenteras hur skörden går till samt möjliga problem som kan uppkomma under skördearbetet. Första stycket behandlar skörd med konventionella maskiner medan det andra stycket behandlar grönmassans förflyttning innan den kan torkas till hö, samt vilka problem som då kan uppkomma.

Genomförande av höskörd med konventionell teknik

Avklippet av grönmassan behandlades i förra kapitlet. Därför lämnas den arbetsoperationen med endast några få påminnelser och kommentarer. Skall grönmassan torkas på slag till hö är det lämpligt om avklippet skett med någon form av kross. Detta kan vara värdefullt nederbördsrika år då torkningsförhållandena kan vara komplicerade. Någon dag kortare torkningstid kan betyda skillnaden mellan att höet kan bärgas eller inte bärgas.

Efter avklippet måste materialet spridas ut över hela fältet. Detta genomförs lämpligen med en rotorvändare. Materialet måste sedan vändas en gång om dagen i två till tre dagar. Antalet vändningar beror på hur tjockt grönmassan ligger på fältet, och/eller hur hög vattenhalten är i gräset. Sedan gräset är torrt ($vh < 20\%$) skall det samlas ihop. Detta kan ske antingen löst med en lastarvagn, eller genom balpressning. Nackdelen med att pressa gräset till balar är att man sedan måste köra en extra gång på fältet för att hämta dem. Detta kan leda till onödigt många överfarter i jämförelsevis med en lastarvagn. Se figur 7. Lastarvagnen lastar upp och packar gräset lite. I de två efterföljande kapitlen jämförs dessa olika system.

Går det att utföra höskörd borde det vara mest fördelaktigt ur ekonomisk synpunkt. Det beror på att höet betingar ett värde som gör att en del av kostnaderna kan täckas av intäkter. Hö är dessutom oftast lätt att sälja. Skulle man dessutom kunna sälja höet till KRAV-märkta gårdar skulle det kunna leda till ett högre avsalupris, än om det bara går att sälja till konventionellt odlade gårdar.

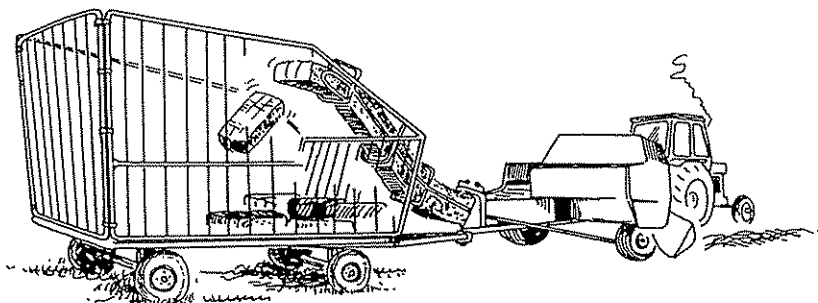


Figur 7. En lastarvagn är en vagn med anordning för lastning och avlastning av grönfoder, hö, halm m.m. Lastningen sker direkt från slag eller från sträng med en uppforderingsanordning med efterföljande intransportorgan som för materialet upp i vagnen (Tecknare: Kulin, P-O., ur Fältmaskiner i jordbruket, Eriksson & Zetterberg, 1987).

Användning av pressar

En press samlar upp materialet med hjälp av en pickup och pressar ihop det. För att pickusen skall kunna plocka upp materialet effektivt måste det vara stränglagt. Detta arbetsmoment utförs med en strängläggare som finns i arbetsbredder mellan 1,5-4,0 m. För att strängläggaren skall kunna utföra ett tillfredsställande arbete krävs det att fältet är någorlunda jämnt. Håligheter i marken leder till att strängläggaren inte får tag i materialet och att det då lämnas kvar.

Skall gräset pressas finns det flera pressalternativ att välja på. Vid sammanpressningen varierar pressningsgraden mellan olika typer av pressar. Det vanligaste är någon form av hårdpress som ger höet en densitet på mellan 90-140 kg/m³. Det finns även löspressar som ger höet en densitet på 50-80 kg/m³ (figur 8 nedan beskriver ett sådant ekipage). Småbalar kan hårdpressas eller löspressas, medan storbalar för det mesta räknas som hårdpressade. Tekniken med småbalar bygger på att pressen efterföljs av en uppsamlande vagn. Ett sådant ekipage är tungt och kan leda till spårbildning på marker med dålig bärighet. Speciellt den efterföljande vagnen blir tung vid full last, och den är ofta konstruerad så att den är svår att utrusta med lågtrycksdäck.



Figur 8. Småbalspress med efterföljande balvagn (Tecknare: Falk, S., ur *Fältmaskiner i jordbruket*, Eriksson & Zetterberg, 1987).

Den andra pressvarianten består i att höet pressas samman till stora balar. Dessa kan vara runda eller fyrkantiga till utseendet. Vikten på dessa balar varierar mellan 200 kg till 700 kg per styck, och densiteten varierar mellan 90 kg/m³ och 180 kg/m³. Nackdelen med stora balar är att lastning av dem måste ske med lastmaskin. Både pressningen och lastningen måste genomföras med stora maskiner som ger stort axeltryck. Pressarna väger 1500 kg och uppåt, vilket leder till höga axelbelastningar då balvikten också måste adderas. Det är därför uteslutet att använda sig av en sådan maskinkedja på marker känsliga för markpackning och spårbildning.

Lastarvagn

Lastarvagnar finns i flera olika storlekar varför de går att använda även på marker med sämre bärighet. Flera modeller har boggiutrustning, som förbättrar bärigheten hos vagnen. De är också enkla att utrusta med lågtrycksdäck vilket gör dem till ett bättre alternativ än pressar. En nackdel med lastarvagn är dock om höet skall fraktas en längre sträcka på lastbil efter uppsamlandet. Lastarvagnen pressar ihop höet lite, men vid en omlastning blir materialet poröst igen. Detta leder till att volymvikten blir låg och det i sin tur till att transportkostnaderna blir höga.

En omlastning av löst torrt material får därför betraktas som ekonomiskt ogenomförbart med tillgänglig teknik idag. Om höet skall fraktas en längre sträcka kan man pressa det vid fältkanten, eller på ett närliggande fält med bättre bärighet och där lite tryckskador inte spelar så stor roll sett ur miljövardssynpunkt. Med ett dylikt förfarande kan höet transporteras en längre sträcka till en rimlig kostnad.

Det är möjligt att köra med mindre last i vagnen på områden där bärigheten inte är tillfredsställande. Låga marktryck kan åstadkommas med en lastarvagn då den är hög i sin konstruktion, vilket underlättar montage av boggi och lågtrycksdäck. Lastarvagnen har också låg vikt p.g.a. enklare konstruktion jfr med exempelvis en pressen. Om balar pressas ska de hämtas med lastmaskin eller liknande, eller samlas upp i en efterföljande vagn, vilket medför till att fler maskiner måste utrustas med lågtrycksdäck. Fördelen med lastarvagnen är att endast ett ekipage behöver utrustas med lågtrycksdäck.

Genomförande av höskörd på låglänt mark

Antalet överfarter på vattensjuka marker måste hållas på ett minimum. Problemet med vad som ska göra med grönmassan blir då större. Det är komplicerat att frakta grönmassan till ett annat fält för att där torka det till hö. Men hö är efterfrågat och speciellt om KRAV-gårdarna får använda det till sina djur betingar det ett högt värde. Sprider man ut grönmassan på annan plats behövs en mindre yta, än den skördade ytan, för gräset är i regel lättorkat i slutet på juli, och det kan därför spridas ut i ett tjockare lager. Vatten som översvämmar låglänta fält är näringsrikt, vilket leder till att höet blir bra. Detta kan utläsas ifrån de provtagningar som genomförts på de aktuella strandängarna. Kan gräset bli fullvärdigt djurfoder betingar det ett stort värde. Det är bra om ett recirkulerande system kan upprätthållas i stället för deponering.

Utveckling av specialmaskiner för skörd av speciellt våta marker pågår. Målet är ofta att marken skall överfaras endast en gång. Detta i kombination med att materialet måste transporteras bort, för att hindra övergödning och därmed gynnande av vissa arter i floran, leder till att gräset måste slås av och transporteras bort med samma maskin.

Hos Jossi Kyllenen utanför Borlänge finns exempel på ett sådant utvecklingsarbete. Han har byggt en egen konstruktion i aluminium, för att hålla den totala vikten nere. Maskinen är försedd med band för att minska spårbildningen. Både dragfordonet och vagnen är drivande. Detta gör att den går fram på mycket våta marker. För att klara extremt våta år eller vasslätter, är den utrustad med pontoner, som gör att den inte kan sjunka.

Maskinen är framtill utrustad med en slätterbalk som tål att arbeta både i vatten och över vatten. Framtill finns även lyftarmarna som möjliggör hävd vid olika höjd eller arbetsförhållanden. Arbetsbredden är 1,8 m vilket ger god kapacitet. Maskinens totala vikt är 1100 kg, vilket gör att den lätt kan transporteras mellan olika ställen då den går att lasta på ett bilsläp.

TRANSPORTER AV MATERIALET

Det gäller att avkorta tiden för lastning och lossning, för att transportmedlen skall kunna användas så optimalt som möjligt. Skall vagnarna kopplas efter en arbetsmaskin och därefter till en transporttraktor och vice versa får detta moment inte stoppa arbetet för mycket. Kopplingen bör medge snabbt byte av vagn. Påhängsvagn förefaller härvid att vara omständligare att koppla till och från än vanliga tvåaxlade vagnar.

Transportkapaciteten beror främst på tre faktorer: transporthastigheten, avståndet och lassvikten. Avståndet och även hastigheten kan i de flesta fall inte påverkas i någon större grad. Önskar man öka transportkapaciteten måste därför lassvikten och/eller antalet vagnar i fordonståget öka.

Traktorekipaget konkurrerar framgångsrikt på korta transportavstånd med lastbilen p.g.a. de relativt långa omlastningstiderna vid korta avstånd. På längre transportavstånd är den låga hastigheten och begränsade lastvolymen en betydande nackdel, liksom det faktum att det inte är tillåtet att framföra traktorekipage på motorväg.

Lastbilar tar stora lass och tar sig fram fort, men kostar relativt mycket per tidsenhet. Så länge transportavstånden är mindre än 3-4 mil är traktorn som regel ett billigare alternativ (Hadders, 1989 b).

Omlastning

Löst material

Transport av korthackat och långstråigt material kan ske med lantbruksvagn kopplad till traktor eller lastbil med eller utan släp. De som har tillgång till högtippande grönmassvagnar skulle kunna tippa av grönmassan i en container stående vid fältkanten. Tippning medger snabb omlastning men dess stora nackdel är att arbetsmomentet är svårt att kontrollera med avseende på spill.

Kedjeutmatning från en behållare kan styras på ett fördelaktigt sätt. Möjligheterna att genom försiktig omlastning minska spillet av grönmassa är större med denna metod än med tippning, speciellt då förhållandena under lastning är svåra. Spillet är beroende dels av omlastningssättet, dels av själva materialet och dess vattenhalt (Eldelind, 1973). Omlastning kan ske till en lastbil med släp som kör containers, dvs. upp till tre containers per ekipage (3 x 35 m³).

Småbalar

Omlastning är inte aktuellt. Eftersom lastning och lossning av småbalar kan vara tidskrävande bör endast traktortransporter från fältet komma ifråga.

Rundbal

De rullpressar som förekommer på marknaden idag finns i ett antal storlekar. Rundbalarnas diameter kan variera mellan 0,60-1,80 m, medan deras bredd oftast är 1,20 m. Det går därför bra att lasta två rullar i bredd, eftersom högsta tillåtna lastbredd på landsväg är 2,60 m.

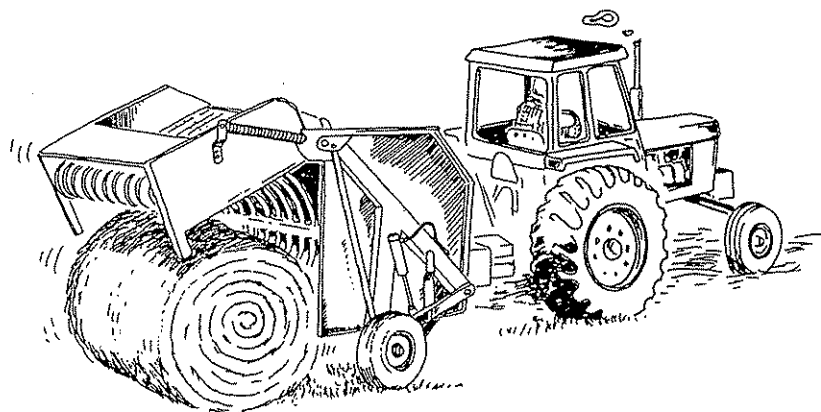
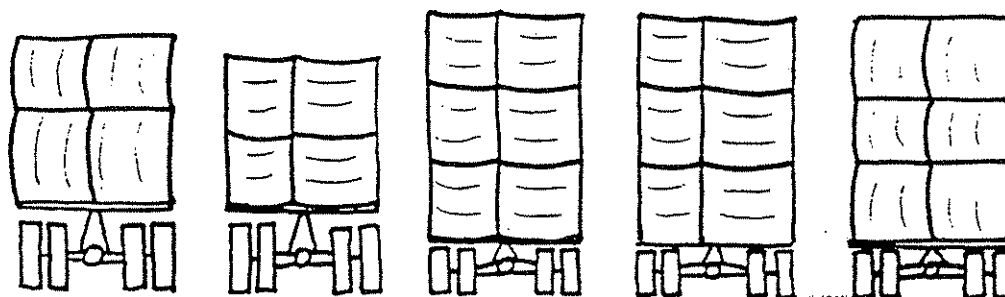


Fig 9. Rundbalspressen släpper av den färdiga balen på marken (Tecknare: Falk, S., ur *Fältmaskiner i jordbruket*, Eriksson & Zetterberg, 1987).

Hantering av rundbalar sker vanligen med frontlastare. Om balarna hanteras med vågrät axel, används ett spjut eller en modifierad gödselgrepp (spjut och hydraulisk grip kan även kopplas till traktorns trepunktslyft). För balar som hanteras med lodrät axel d.v.s. stående, används en grip i frontlastaren. Det går utmärkt att hantera två rullbalar samtidigt i bägge fallen. Ett förslag är att lasta två rader rullar med sina axlar vågrätt och tvärs över flaket. Ytterligare två rader kan sedan lastas ovanpå i svackorna mellan de undre rullarna, om rullarna är välformade. Eftersom balarna lämnar pressen liggande, är det enklast att hantera dem med vågrät axel. Dock visar erfarenheter från fältet samt några beräkningar att insamling och transport av balar i pelare kan utföras med högre kapacitet än när balarna hanteras liggande (Hadders, 1988 a). Ofta används ett lastbils-släp draget av en jordbrukstraktor på ca 75 kW. Ett 12,5 m långt släp kan ta minst 30 balar, dvs. 9-12 ton gräs. Om möjlighet finns att kombinera ett par vagnar upp till 24 meter kan transportkapaciteten bli större. Det är dock viktigt att beakta faktorer såsom begränsad framkomlighet på fälten, trånga av- och påfarter, smala vägar m.m. Vägtrafik-

förordningen kräver att lasten är säkrad, och för detta ändamål finns olika typer av förstängningar och spännband.

Vid transport av rundbalar är det viktigt att utgå från den mest fördelaktiga stuvningsgeometrin och att välja lämpliga mått på balarna och förekommande lastfordon. Genom att optimera dessa faktorer kan man uppnå maximal utnyttjandegrad av tillgänglig lastförmåga. Rullarna kan transporteras med antingen vertikal eller horisontal axel, och staplas enradigt, i kvadratförband eller i triangelförband, se figur 10.



Figur 10. Olika stuvningsmodeller (Nilsson, 1991).

Rektangulära storbalar

Rektangulära storbalar pressas i dagsläget av högdensitetspressar som släpper av balarna på fältet under gång. De måste därför flyttas till fältkanten eller till lastfordonet. Pressning och insamling av balar kan därmed ske i två av varandra oberoende moment. Det behöver därför inte uppstå några väntetider vid bärgningen.

Storbalarna lastas i två lager på antingen en lantbruksvagn eller ett lastbilssläp. Det kan vara en fördel att kunna lasta balarna och bogsera släpen med samma traktor. Arbetsbehovet för hopsamlingen blir då litet och med rationell utrustning för till- och frånkoppling av släp blir kapaciteten obetydligt mindre än då insamlingen sköts av två personer.

För kortare transporter till lager kan oftast lantbrukarens egna vagnar nyttjas, medan lastbil lämpar sig bäst vid fjärrtransporter. Storbalarna kan mycket väl lastas i fler lager vid fjärrtransporter, men vanligtvis är två att föredra för korta avstånd. För att kunna ge en acceptabel kapacitet bör vagnarna lasta ca 2000 kg ts, och det klarar de mest förekommande vagnarna i Sverige (Bengtsson et al., 1979). Vagnar som kan lasta mer ökar naturligtvis transportkapaciteten.

Det finns idag stora fyrkantbalpressar som kan variera ballängden mellan 0,80 m och 2,50 m, balbredder finns från 0,8 till 1,2 m och balhöjder finns från 0,5 till 1,3 m. Pressar med variabel ballängd kan anpassa densamma med hänsyn till vagnflakets längd. Dessa balar kan utnyttja flakets yta maximalt om balbredden utgör en hel multipel av flakets bredd. Är dessutom balhöjden en hel multipel av lasthöjden, utnyttjas lastvolymen maximalt (Kudsk, 1985). Balarna har idag en så hög densitet, med gräs 200-250 kg/m³, att gräset redan vid bärgningen måste vara tillräckligt torrt för att kunna lagras utan skadeangrepp.

Balarnas densitet beräknas vara 1,5 gånger högre och deras volymsutnyttjande 1,27 gånger ($4/\pi$) större än för rundbalarna. Totalt upptar de s.k. fyrkantsbalarna 91 % av rundbalarnas lastvolym, vilket ger stora fördelar vid lagring och transport (Nilsson, 1991).

Till såväl lastning och avlastning används frontlastare, hjullastare, teleskoplastare eller liknande, vilka kan gripa balen och lyfta upp den på en vagn. Det har visat sig vara en fördel om lastaren är utrustad med parallellförling av grepen. Belastningarna på framaxeln kan bli höga, särskilt om man lyfter två balar på en gång, vilket gör det lämpligt att använda fyrhjulsdrivna traktorer (Kudsk, 1985). Numera finns det även gripar som kan hantera fyra balar på en gång.

För att erhålla bästa möjliga transportkapacitet bör transportfordonen utnyttja de maximala mått som vägtrafikförordningen tillåter. Observera dock att det är mycket viktigt att lasten säkras ordentligt, eftersom balarna är stora och tunga (Nilsson, 1991).

Med befintligt ekipage från fält

Löst material

Lastarvagnen är ett effektivt och mångsidigt hjälpmedel som kan kombineras med flera olika inläggningssystem för att passa olika gårdars behov. Eftersom en man kan sköta både lastning, inkörning och avlastning, blir arbetslagen små. I kombination med automatiska höfördelare kan höbärgningen utföras som rent enmansarbete. Både korthackat och långstråigt material kan transporteras med lastarvagn.

Småbalar

Ostaplade småbalar utnyttjar lastvolymen dåligt. Densiteten för ett ostaplat lass är ungefär 70 % av balarnas densitet (Wolf, 1986). Ostaplade småbalar anges ha en densitet på 50-60 kg/m³. De lastvagnar som används vid insamling av balarna är av ett relativt litet

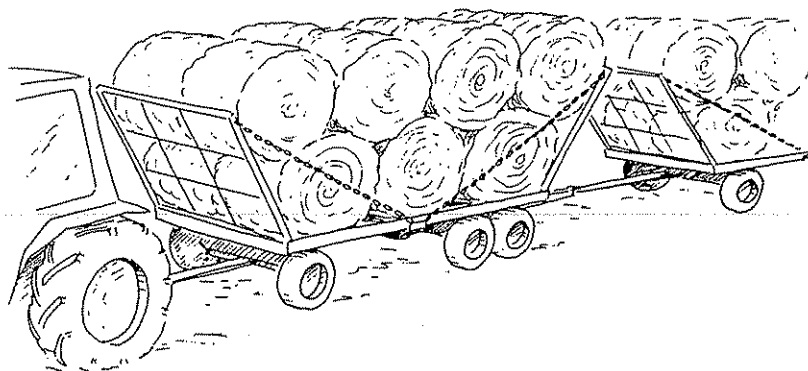
format. Långa transporter av ostaplade småbalar görs följaktligen sällan av ekonomiska skäl.

Om småbalar ska transporteras längre sträckor bör de staplas. Arbetskapaciteten är vid stapling ungefär fem ton per timme och person (Brundin, 1986). Lastning och lossning av småbalar kan vara tidskrävande, och därav bör endast traktortransporter komma ifråga. En vanlig lastvagn (t.ex. Rökevagn, 25 m³) rymmer ca 150 balar, vilket motsvarar en lassvikt på ca 2,3 ton. Ett lastbilssläp (längd 12 m) kan för jämförelsens skull transportera drygt femhundra balar, dvs. en last på ungefär sju ton (Neale, 1986).

Rundbalar

Transport kan ske med balsamlingsvagn (automatvagn). De tar inte så stora lass (5-8 balar), men lastar och lossar snabbt. Vid transportavstånd mellan fält och lagerplats på upp till ca en kilometer har en balsamlingsvagn ungefär samma kapacitet som en rundbalspress. En del vagnar gör det möjligt att ställa av lasset i pelare.

På Gotland använder några lantbrukare modifierade balvagnar för transport av rundbalar. Balvagnarna har försetts med lutande bak- och framstammar som hålls på plats med kättingar, se figur 11. Kopplas två sådana vagnar efter varandra kan man få med sig 28 balar per ekipage (Hadders, 1989 b).



Figur 11. Exempel på modifierad balvagn för transport av rundbalar (Källa: JTI).

AVSÄTTNING AV MATERIALET

Den mängd grönmassa som kan erhållas per hektar vid slåtter av strandängar kan variera stort mellan olika platser och olika år. Faktorer som har betydelse är bland annat markens näringstillstånd, eventuell översvämning av området, vegetationsperiodens längd och väderlek samt tidpunkt för skörd. Huruvida marken slås för första gången eller om slåtter av strandängen har pågått i några år, påverkar också vilken skördemängd som kan erhållas. Vilket slutligt omhändertagande av grönmassan som väljs kan bero både på mängden grönmassa och dess kvalitet. Kommunens befintliga möjligheter att omhänderta / behandla grönmassa kan också vara avgörande.

När man planerar för vad som skall ske med grönmassan, bör slutbehandlingsmålet bestämmas. Grönmassan kan betraktas som en resurs eller avfall, vilket för slutbehandlingen dock inte kommer att ha avgörande betydelse enligt riksdagens riktlinjer för avfallshantering. Avfall definieras av Tekniska nomenklaturcentralen som en *"restprodukt som kasserats för att omhändertas och därvid bedömts sakna bruksvärde"* (TNC 62, 1977). Enligt den kretsloppsproposition som regeringen antog 1993 (proposition nr. 1992/93:180) skall behandling av avfall ske efter följande prioriteringsordning:

- I första hand: återanvänd!
- I andra hand: återvinn material!
- I tredje hand: utnyttja energin!
- I fjärde hand: deponera!

Detta innebär att om grönmassan betraktas som avfall skall ändå materialets energiinnehåll och näringsvärde utnyttjas. Anses grönmassan vara en resurs behöver det inte bli någon skillnad i behandling, men grönmassan ges ett ekonomiskt värde som helt eller delvis kan bekosta hantering av grönmassan.

En sammanfattning av viktiga punkter att beakta vid planering av slutligt omhändertagande ges av följande:

- hur utnyttjas grönmassans näringsvärde och energiinnehåll?
- finns det ekonomiskt värde i grönmassan?
- hur minimeras transportarbetet?
- vilka resurser och möjligheter finns tillgängliga?

KRAV-foder

Användning av grönmassan som foder är ett intressant alternativ om kvaliteten är tillräckligt hög. De första åren efter att marken börjar slås, fås vanligen sämre kvalitet, men bör efter något års slätter kunna bli ett attraktivt foder. Om marken besiktigas och godkänns av KRAV (Kontrollföreningen för alternativ odling) kan fodret säljas till KRAV-anslutna djurbönder (Mattsson, pers. medd., 1994). KRAV kräver att marken inte är gödslad med handelsgödsel under minst ett år, ett s.k. karensår, och att fältet har godkänts enligt KRAV:s sedvanliga rutiner (kontrollanmälan, fältbesiktning och godkännande) (KRAV, 1995). Eventuell indirekt gödsling av strandängen via tillförsel ur intilliggande vattendrag utgör inget hinder för KRAV-godkännande av marken, då det är endast den direkta gödslingen med handelsgödsel som inte får förekomma (Mattsson, pers. medd., 1994).

Marknadens stora efterfrågan på KRAV-godkänd mjölk och köttprodukter leder ofta till att tillgången på KRAV-godkänt foder är mycket begränsat. Då kan grönmassa från strandängar vara ett intressant alternativ. Efterfrågan på foder kan gälla både hö och ensilage.

En mindre undersökning av slätterängshö skördat utmed nedre Helgeån, Kristianstad län, har utförts under året 1990. Syftet var bland annat att undersöka slätterängshöets värde som djurfoder. I analyserna för en första skörd 26 juni uppgick mängden smältbart råprotein till i genomsnitt 52 g/kg ts, vilket kan jämföras med ca 100-120 g/kg ts i förstaskörden av en odlad vall. När första skörd togs 30 aug. uppgick halten smältbart råprotein till 39 g/kg ts (Cronert, 1990). Resultaten bekräftar känd kunskap att näringsvärdet sjunker kraftigt ju senare första skörd som tas.

Energiinnehållet undersöktes ej i nämnda undersökning, men med hänsyn till axgång för ängshögräset och de uppmätta proteinhalterna bedömdes energiinnehållet kunna ligga på 9,5 MJ/kg ts. Enligt Spörndly (pers. medd., 1994), ligger energiinnehållet i vallfoder på ca 11 MJ/kg ts men kan sjunka ned till 6 MJ/kg ts vid sen skörd. De dominerande arterna visade sig i undersökningen vara följande: tuvtåtel, jättegröe, vassstarr, brunven, ängskavle och rörflen.

Med stöd av utförda undersökningar kan följande slutsatser dras om ängshöets värde som djurfoder (Cronert, 1990):

1. Ängshöet bör vara utmärkt för vinterutfodring vid dikoproduktion (undviker problem med fettansättning och försvårad kalvning).
2. Genom att ängshöet utgör ett lågkoncentrerat foder bör det passa bra vid uppfödning av rekryteringsdjur till mjölkproduktion (vommen vänjes vid stora vallfodergivor).

Noteras bör att det finns växter som kan vara giftiga och/eller ge smakförsämring av mjölk om de används till foder. Dessa kan, om de ges i stora mängder, ge mjölken en rödaktig färg (dessa växter ratas dock vanligen av djuren). Våtmarksväxter att se upp med är exempelvis svärdsilja, vattenmärke och kabbleka. Andra växter som ej bör ingå i foder är exempelvis smörblomma, prästkrage, penningört (Spörndly, 1993). För en fullständig förteckning hänvisas läsaren till Spörndly (1993).

Den här typen av foder är också av intresse av ett helt annat skäl. Vissa kor drabbas av foderleda vilket innebär att foderintaget och därmed också produktionen sjunker. Som omväxlingsfoder kan då ängshö öka djurets aptit. Vissa mjölkproducenter är därför intresserade av att köpa denna typ av foder (Flodén, pers.medd., 1994).

Ensilage

Strandängshöets lämplighet för ensilage är ej närmare undersökt. Antagligen passar det utmärkt att ensilera i rundbalar eller i silo. Praktisk tillämpning av rundbalsensilering tyder på detta (Cronert, pers. medd., 1994). Ensilagets näringsvärde och därmed dess värde som foder påverkas till stor del av skördetidpunkt.

Hästfoder

Förutom ovan omtalade KRAV-foder, är hästfoder en annan intressant marknad för grönmassan. Hästfoder skall ej vara lika proteinrikt som nötfoder, vilket gör att strandängshö lämpar sig väl. Vidare innehåller strandängshö sällan dammpartiklar tack vare den permanenta grässvålen i slätterängen, vilket är ett viktigt krav för hästfoder (Cronert, 1990).

Höet måste analyseras före utfodring då okulär besiktning inte är tillräcklig utan sällar huvudsakligen bara bort hö som är mycket dammigt eller möjligt (Nydahl, 1987). Höets hygieniska kvalitet och näringsinnehåll avgör om det passar som hästfoder. Ett bra hö till tävlings- och ridhästar bör innehålla över 8 MJ energi och cirka 50 g smältbart råprotein. Till avelsdjur bör höet innehålla cirka 8 MJ energi och 70 g smältbart råprotein.

För hopsamling och transport av hö till hästfoder rekommenderas löspressade eller hårdpressade småbalar (Östergren-Broström, pers. medd., 1994). Hårdpressade småbalar ställer högre krav på ts-halt och hygien, då det är större risk för mögelbildning i dessa än i löspressade balar. Stora rundbalar rekommenderas ej ur hygienisk och hanteringsmässig synvinkel. Hantering av löst hö förekommer, men förutsätter att det praktiska förfarandet kan skötas med rationella metoder.

Gröngödsling

Gröngödsling innebär att färskt växtmaterial, vanligen kvävefixerande baljväxter, myllas ned i åkermark. På så sätt fås ett värdefullt näringstillskott i marken. Dessutom upprätthålls multhalten på mulfattiga sandjordar. Gröngödsling ger också en viktig strukturförbättrande effekt på lerjordar vid kreaturlösa gårdar.

Grönmassa från strandängar kan eventuellt användas som gröngödsling om materialet hackas och transporteras till annan åkermark. Wivstad (pers. medd., 1994) har kommenterat förfarandet och effekterna av åtgärden, vilket sammanfattas nedan. Det växtmaterial som är aktuellt är troligen till stor del starrarter och gräsarter. Då skörden ofta kommer att ske relativt sent (efter 10 juli på grund av fåglars häckningstid) innehåller materialet ett lågt växtnäringsvärde; näringsvärdet sjunker kraftigt ju äldre gräset blir. Kvävefixerande växter från strandängen kan förekomma endast i ringa omfattning, då växtplatsen kan förväntas vara för våt för dessa arter.

Växtmaterial som plöjs ned i mark bryts ned av mikroorganismer. Mikroorganismerna behöver föröka sig kraftigt för att kunna ta hand om växtmaterialet. Om växtmaterialet är kvävefattigt, "lånas" kväve från omgivningen under förökningen och nedbrytningen. Därmed fås en tillfällig fastläggning av kväve i mikroorganismerna, vilket dock frigörs när mikroorganismerna dör. Denna tillfälliga fastläggning kan vara till nackdel om grödor odlas innan det nedplöjda växtmaterialet har hunnit brytas ned; grödorna kan då lida av kvävebrist i ett initialskede.

För att undvika denna fastläggning av kväve bör växtmaterialets nedbrytning ha påbörjats före nedplöjning, exempelvis genom kompostering. De positiva effekterna av att först kompostera materialet för att därefter gröngödsla med det, måste vägas mot det arbets- och kostnadsbehov som detta förfarande kräver.

Sen skörd av strandängar medför också att användning av växtmaterialet som gröngödsling endast kan förväntas ske i ringa omfattning. I mitten och slutet av juli är åkermarken bevuxen och nedplöjning av växtmaterial är därmed inte möjlig. Deponi av växtmaterial under viss tid blir då nödvändig, vilket medför extra arbete och kostnader.

Marktäckning i grönsaksodling

Marktäckning med hackat växtmaterial i grönsaksodlingar ger flera mycket positiva effekter. Ett täckande skikt kväver ogräs och hämmar vissa skadegörare. Markfukten avdunstar inte lika lätt utan kommer grödorna tillgodo i större utsträckning än utan

täckning. Vidare ger marktäckning en god gödselverkan och strukturförbättrande effekt då det täckande växtmaterialet så småningom bryts ned.

Teknikutveckling pågår vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp med syfte att ta fram fungerande redskap för spridning av täckningsmaterialet. Materialet skall täcka markytan med ett jämnt skikt och hamna så nära grödan som möjligt för att ge största positiva effekt. Försök görs med att montera spridarvalsen från en dansk kompostspridare (Triumf kompostspreder, RandlÝvs maskinfabrik A/S) på en vanlig stallgödselspridare. Nedhängande skyddsdukar fördelar grönmassan i raderna. Det har visat sig vara problem med klumpning av växtmaterialet om det har slaghackats. Mattsson (pers. medd., 1994) menar att exakthacken ger en homogenare grönmassa och är att föredra. Vidare har länsstyrelsen i Skara under sommaren 1988 utfört enklare försök av spridning av grönmassa i grönsaksodling. Bästa alternativ visade sig vara en JF-kombivagn med avlastningselevator, på vilken det var mycket lätt att montera plantskydd över raderna (Hellbe, 1989).

De stora mängder grönmassa som skall spridas kräver omfattande transportarbete och kan ge stor markpackning, vilket får vägas mot förfarandets många fördelar. Det växtmaterial som skall användas som täckningsmaterial ger gödselverkan så länge materialet är grönt (Ögren, pers. medd., 1994). Om strandängar slås under senare delen av juli bör växtmaterialet användas som marktäckning av sorter som har stegrande näringsbehov under tillväxtperioden. Framför allt gäller detta rotsaker och kålfrukter. Bästa användningsområde kan vara till vitkål, som har ett mycket stort näringsbehov under den senare delen av tillväxten. Vitkål skördas i oktober vilket medför att täckningsmaterialet bör ha hunnit brytas ned och därmed inte orsaka problem vid grönsaks-skörden. En risk med att sprida grönmassa som är sent skördad är dock att ogräsfrön kan följa med. Strandängsfloran bör undersökas och riskerna bedömas innan grönmassan används som täckningsmaterial.

Kompost

Kompostering är en självuppvärmande aerob (syrekrävande) process där anhopat organiskt material bryts ned. Mikroorganismer bryter i flera steg ned materialet och avger under nedbrytningen energi i form av värme. Under nedbrytningen avgår ammoniak till omgivningen. Förhållandet mellan kompostens närings- och energitillgång (C/N-kvoten; förhållandet mellan materialets kol- och kväveinnehåll) har betydelse för hur väl nedbrytningen sker och också hur stor ammoniakavgången blir. Som riktlinje kan antas att ju högre kvot, dvs. ju mindre kväverikt material i förhållande till det kolrika materialet, ju mindre ammoniakförluster uppnås. Färsch grönmassa är ett kväverikt material och bör därför helst blandas med annat material vid kompostering. Inblandning av torv binder ammoniak, men inblandningen kan vara praktiskt och ekonomiskt oförsvarbar att utföra. Samkompostering med parkavfall; löv och kvistar, höjer C/N-kvoten och minskar därmed ammoniakavgången, vilket bör eftersträvas.

Nedbrytningstiden beror framför allt på omgivningens temperatur och på fukthalt i komposten. Optimal fuktighet för att tillfredsställa mikroorganismerna är 50 % vattenhalt av materialets vattenhållande förmåga. Syrebehovet tillgodoses säkrast genom att komposten vänds regelbundet. Inblandning av material med glesare struktur, exempelvis löv och tunna kvistar, ger en positiv effekt även för syrebehovet. För att inte grönmassan ska packas kompakt, bör skörden ske så sent som möjligt för att växtdelarna skall hinna förvedas (Kirchmann, pers. medd., 1994).

Innan beslut tas om att kompostera, bör man bestämma *varför* man vill kompostera. Den viktigaste orsaken kan helt enkelt vara en vilja att bli kvitt grönmassan; att minska deponimängderna. En viktig orsak kan vara att man vill ta tillvara på grönmassans näringsinnehåll och potential att vara strukturförbättrare. Kompostering av grönmassa från strandängar kan ske antingen direkt på plats eller efter transport till annan plats. Alternativen kommenteras kort nedan.

Strängkompost på plats

Komposten anläggs på lämplig plats på eller nära strandområdet, dock ej nära mark med låg bärighet. Komposten består till övervägande del av grönmassa, och bör därför vändas regelbundet för att säkerställa syreinblandning.

Fördelar:

- transportbehovet minskar eftersom volymen reduceras kraftigt genom kompostering.

Nackdelar:

- koncentrerad utlakning sker nära vattendrag och utlakningen är svår att reglera eller samla upp (behöver dock inte innebära något större problem vid kompostering av grönmassa)
- marken under komposten förstörs
- utrymmeskrävande och estetiskt ej tilltalande på strandäng
- ammoniakavgång vid kompostering
- svårigheter att få användbart jordförbättringsmedel av komposten; detta skulle kräva mycket arbete.

Strängkompost på plats är endast *lite* bättre än deponi och rekommenderas inte.

Kompost samman med parkavfall.

Om kommunen har fungerande kompostering av parkavfall, alternativt är intresserade av att starta en sådan, kan det vara lämpligt att samkompostera grönmassa med parkavfall. Förfarandet innebär att grönmassa samlas ihop från strandängen och transporteras till

central kompost där det sammanblandas med parkavfall. Härmed blir det lättare att nå balans i kompostens C/N-kvot då den kväverika grönmassan blandas med kolrikare parkavfall.

Fördelar:

- fungerande rutiner för kompostering kan eventuellt redan finnas
- lättare att få en användbar produkt med blandning av grönmassa och parkavfall.

Nackdelar:

- ammoniakavgång

Rötning

Rötning är en process där organiskt material bryts ned i anaerob (syrefri) miljö. Bakteriergrupper som kompletterar varandra under nedbrytningen omvandlar det organiska materialet till slutprodukterna koldioxid (ca 40 %) och metangas (ca 60 %); gasblandningen kallas biogas. Biogas kan användas som baslast i fjärrvärmeverk, för uppvärmning i vanliga gaspannor, för elproduktion i gasturbiner eller som fordonsbränsle i otto- och dieselmotorer. Gasen klassas som en lågenergigas och innehåller 20-23 MJ/nm³ (naturgas beräknas ha 35-38 MJ/nm³) (Nationalencyklopedin, 1990). För att öka energiinnehållet per volymenhet och för att minimera emissioner av fordonsbränsle (gasen innehåller en liten mängd svavelväte) är det dock nödvändigt att rena gasen från koldioxid och svavelväte.

Förutom biogas erhålls en rötrest som inte fullständigt brutits ned under processens gång. Denna rötrest har slamkonsistens och innehåller ej eller delvis nedbruten organisk substans, oorganiska lösliga och svårlösliga ämnen samt vatten. Den organiska substansen består av mikroorganismer, ligniner och andra svårnedbrytbara restprodukter och utgör ett värdefullt jordförbättringsmedel. Rötresten innehåller dessutom en stor andel lättillgänglig växtnäring vilket gör den användbar som gödselmedel (Thyselius m.fl., 1991). Spridning av rötslam på jordbruksmark ger återcirkulation av växtnäring till jordbruket och är därmed av värde i ett samhälle med inriktning på resurshushållning.

I samarbete mellan Lunds universitet och KRIJOLI (Kristianstad Jordbruk & Livsmedelsindustri stiftelse) har forskning på rötning av grönmassa pågått under en längre tid. I syfte att utnyttja grönmassan maximalt och att påskynda rötningstiden, har man malt och pressat den skördade grönmassan. Som restprodukt har erhållits en fiberkomponent med en ts-halt på 35-40 % samt en mycket kaliumrik pressaft. Fiberprodukten har använts som djurfoder eller i pelleterad form i vissa förbränningsanläggningar som utvecklar vattenånga under förbränningen och kräver ett förbränningsmaterial med minst 50 % ts-halt. Pressaften har direktutfodrats till svin och har medfört att det ordinarie mineraltillskottet måste sänkas på sitt kaliuminnehåll så att rätt mineralbalans i utfodringen uppnås (Karlsson, pers. medd., 1994).

Vidare har man gjort försök med att upphetta pressaften och erhållit en "grönmasseost". Vid upphettningen fås, förutom "ostmassan" som ges som svinfoder, en proteinfri men kolhydratrik "brunsaft". Brunsaften innehåller 35 % vattenlösliga kolhydrater (av ts-vikten) och är därmed mycket energirik. Brunsaften har använts för att producera biogas i en rötningsanläggning. Mikroorganismernas nedbrytning av brunsaftens kolhydrater till metangas har visat sig ske på några dagar, vilket kan jämföras med upp till en månads nedbrytningstid för färsk grönmassa på grund av hög ligninhalt. Röttningsprocessen ger också en slamliknande rötrest som innehåller brunsaftens växtnäringssinnehåll och som utgör ett värdefullt gödsel- och strukturförbättrande medel. Enligt uppgift kan ca 100 kg kalium per hektar, ca 60 kg kväve per hektar och ca 8 kg fosfor per hektar recirkuleras vid återförsel av rötresten till jordbruksmark (Karlsson, pers. medd., 1994).

Förutsättning för detta förfarande är att det finns en fungerande biogasanläggning som kan kompletteras med det ovan föreslagna röttningsmaterialet.

Förbränning

Användning av halm som bränsle är relativt vanligt i Danmark där det finns ca 15 000 gårdsanläggningar med pannor för halmeldning. I Sverige har intresset för halmeldning inte varit lika stort, till stor del beroende på att oljan under en tid har varit billig och att eldningstekniken har fungerat dåligt. Intresset för halmeldning har ökat sedan förbränningstekniken har förbättrats, och det finns nu ett antal gårdsanläggningar i Sverige samt ca 5 större halmeldningsanläggningar som producerar energi till fjärr- och kraftvärmeverk (Nilsson, pers. medd., 1994).

Halm bärgas i Sverige som småbalar, rundbalar, rektangulära balar (högdensitetsbalar) eller som hackelse. Småbalar lämpar sig väl för småskalig förbränning. Skörden bör ske så sent som möjligt så att grönmassan hinner lignifieras väl, vilket ger högt energiutbyte. Fukthalten (f) bör vara högst 18 % då det annars kan uppstå problem vid inmatning i pannan. Halmens effektiva värmevärde sjunker också om fukthalten är högre och halmen är inte lagringsduglig vid en fukthalt som överstiger 20-22 % (Almquist & Nilsson, 1992). Halmens effektiva värmevärde kan beräknas enligt (Axenbom, 1991):

$$W_{\text{eff}} = 17,35 - 0,198 * f \quad (\text{MJ/kg bränsle})$$

Halm har hög askhalt; 3-5 % av ts, och den basiska askan (pH-värde 11-13) med dess rika innehåll på näringssalter utgör ett bra gödselmedel. En giva på 2,5 ton/ha tillgodoser medelbehovet av fosfor, kalium och kalcium för en spannmålsgröda och motverkar eventuell förurning. Halm innehåller mycket litet svavel (Almquist & Nilsson, 1992).

Dess låga smälttemperatur (900-1400°C) kan ge problem med sintring under förbränningen. Dessutom innehåller halm mycket klorider och kalium. Vid förbränning omvandlas kloriderna till klor, som dels kan bilda dioxiner vid dålig förbränning, dels är korrosivt vid vissa temperaturer. Kalium kan ha vissa brandhämmande egenskaper. På grund av

dessa egenskaper är det viktigt att halm förbränns vid kontrollerad temperatur (Almquist & Nilsson, 1992).

Förbränning av ängshö är ett intressant alternativ då det är relativt arbetsexensivt och ger energi i utbyte. Förutsättningen är dock att en anläggning finns tillgänglig som är anpassad för halmeldning så att förbränningen sker vid rätt temperatur.

Deponi

Ur miljövårdssynpunkt och med hänsyn till ökad strävan mot naturresurshållning, är deponi av grönmassa ett dåligt alternativ. Deponi av grönmassa kan jämföras med ett stallgödselupplag i vilket på sikt en kompostering äger rum (Andersson, pers. medd., 1994). Kvävet i grönmassan omfördelas i deponin till oorganiskt kväve; ammoniumkväve. Ammonium avdunstar som ammoniak till atmosfären eller utlakas i marken som nitrat (via omvandling av nitrifikationsbakterier). Nitratjoner kan också under mycket blöta förhållanden (syrefattiga) denitrifieras till kvävgas och avgå till atmosfären. I en deponi sker dessa processer okontrollerat.

Vidare uppstår det vid slåtter av strandängar mycket stora mängder grönmassa. Det är föga sannolikt att stora mängder grönmassa kan beredas utrymme vid kommunal deponi. Kommunala deponiers livslängd är ofta fastställd, och denna skulle kraftigt förkortas om grönmassa deponeras på deponin. Anläggande av ny deponi för grönmassa medför höga anläggningskostnader vilket gör att förslaget är av litet intresse.

SAMMANSTÄLLANDE TABELL

Maskintabell

För att få en överskådlig bild över olika maskiners möjligheter att ingå i maskinkedjor, samt enskilda maskiners lämplighet för skilda förhållanden har en sammanställande tabell tagits fram.

Tabell 2 nedan beskriver varje maskins individuella egenskaper med hjälp av ett antal olika tänkbara parametrar. Denna tabell skall ge en generell tolkning då det är svårt att fastställa varje områdes specifika förutsättningar. Meningen är att den skall ge en vägledning om varje enskild maskins användbarhet i jämförelse med andra. Tabellen innehåller också en bedömning av vilka maskinkedjor som är möjliga att kombinera med hjälp av de enskilda maskinerna. Sammanställningen av de olika maskinkedjorna åskådliggör vilken inverkan konventionella maskiner har på de olika markförhållandena. Samt om det är fördelaktigt att välja en specifik maskinkedja före en annan i vissa situationer. Samtliga kedjor finns att tillgå och används idag inom det konventionella jordbruket.

I tabell 2. redovisas resultatet med en tre-gradig skala. I de fall en bedömning inte är möjlig, alternativt inte är ett relevant, har detta markerats med en blank ruta. Beroende på skiftande bärighet hos olika marktyper är det svårt att precisera att en viss marktyp tål en viss maskintyp. För att få utslag i tabellerna har tre olika markförhållanden definierats. De har benämnts "1", "2" och "3".

- 1: Marken torkar upp bra. Bärigheten vid skördetillfället kan jämnställas med en konventionellt uppodlad åker.
- 2: Markprofilen genomdränkt med vatten, men ändå någon form av fastmarkskaraktär. I detta fall har jorden tendens till att vilja flyta iväg under traktordäcken.
- 3: Vegetationens rotsystem bildar ett körbart växttäck. Under detta nät av växtrötter finns endast jordsörja som inte tål tryck. I detta fall spelar axeltrycket en viktig roll, för brister rottäcket finns det inget under som bär upp.

Maskinkedjorna har delats upp i två huvudgrupper, nämligen en "torr" och en "våt". Den torra kedjan innebär att grönmassan vid uppsamlingsskedet är torr ($vh < 25\%$). Den våta hanteringskedja innebär att grönmassan vid uppsamlingen är våt med en vattenhalt över pressvattengränsen, det vill säga $vh > 65\%$.

Maskinkedjorna beskrivs här:

Maskinkedjorna ska läsas som att maskinen i första kolumnen kombineras med maskin i andra kolumnen. Denna konstellation kombineras i sin tur med maskin i tredje kolumnen o.s.v.

Torr kedja

Rotorslätterkross	→ Vändare	→ Småbalspress	→ Uppsamlingsvagn	Nr 1
		→ Rundbalspress	→ Uppsamlingsvagn	Nr 2
			→ Lastmaskin	Nr 3
		→ Fyrkantpress	→ Lastmaskin	Nr 4
	→ Självlastarvagn			Nr 5

Våt kedja

Slaghack		→ Lantbruksvagn	Nr 6
Rotorslätterkross	→ Exakthack	→ Lantbruksvagn	Nr 7
	→ Rundbalspress	→ Lastmaskin	Nr 8
	→ Självlastarvagn		Nr 9

Här följer en kort sammanfattning av de olika parametrarna som ställts upp i tabellen och hur de olika maskinerna har bedömts med avseende på aktuell parameter:

Flora: Maskinens påverkan på floran kan delas upp i två moment, avklippning och körsador. I tabellen är bedömningen av slättermaskinerna gjord med hänsyn till avklippningen. Övriga maskiner är bedömda i enlighet med risken för körsador, som en följd av upprepade körningar och dåliga möjligheter att upprätthålla låga axeltryck och däckstryck.

Axeltryck: Axeltrycket är knutet till maskinens vikt och antal axlar att fördela tyngden på. Vad som är en tung respektive lätt maskin går inte att exakt ange med en enkel siffra. Denna parameter ger större utslag vad gäller transport av grönmassan samt val av hanteringskedja, torr alternativt våt.

Känslighet för terrängförhållande: Denna parameter anger maskinens förmåga att klara skiftande förhållanden såsom stenförekomst, ojämn markyta samt förmågan att klara hinder i terrängen.

Foderhantering: Vid omhändertagande av grönmassan till foder är det intressant att beakta följande parametrar. Foderspill orsakat av enskild maskin och/eller hel maskinkedja. Lågt spill bedöms med många plus. Foderkvalitet kan påverkas genom val av maskintyp, vanligtvis hur stor jordinblandningen blir. Bra maskinegenskaper som ger bra foderkvalitet ges många plus.

Väderleksberoende: Väderleksberoendet anger maskinens förmåga att fungera trots att grönmassan har ogynnsam ts-halt. Parametern särskilt intressant vid sen skörd, då

väderleksförhållandena är fuktigare under sensommaren. Slåttermaskinerna bedöms i enlighet med förmågan att förbättra torkningsegenskaperna hos grönmassan. Uppsamlade maskiner bedöms efter förmågan att kunna samla upp grönmassa med varierande ts-halt. Maskinkedjorna värderas beträffande deras flexibilitet att klara olika ts-halter.

Materialets duglighet till hö/ensilage: Grönmassans duglighet till hö alternativt ensilage kan påverkas av olika maskintyper och hanteringskedjor.

Lämplig för marktyper: En maskins lämplighet för en marktyp beror på många parametrar. Vid denna bedömning har det lagts stor vikt vid maskinens vikt i förhållande till möjligheten att utrusta ekipaget med bra däcksutrustning. Vid bedömningen av maskinkedjan har också maskiner som kräver ett mindre antal överfarter premierats.

Tabell 1. Översiktstabell (- = svårt att bedöma)

Tabell 1. Översiktstabell (- = svar an beaktat)															
Maskiner:	+++ = bra		+++ = högt		+++ = okänslig		+++ = hög, bra		+++ = lite ber.		+++ = bra		+++ = lämplig		
	Flora	Axeltryck	Känslighet för terrängförhåll.	Spill	Kval. Ts-halt	Väderleksberoende	Hö	Ensil.	1	2	3				
Slätterkniv	+++	+++	+	+		+	+	+	+++	+++	+	+++	+++	+	
Slaghack	+	++	++	+	+	+	-	++	+++	+++	+	+++	+++	+	
Dubbelhack	+	++	++	+	++	+	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+	
Rotorslätterbalk	++	++	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+	
Trumslätter	++	++	++	+	++	++	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+	
Självlstartvagn	++	+	+++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	++	
Småbalspress	+	++	++	++	++	+++	+++	+	+++	+++	+	+++	+++	+	
Rundbalspress	+	+	+	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+	+++	+++	+	
Fyrkantpress, 250kg	+	+	+	++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+	+++	+++	++	
Bandgående spec.maskin	+++	+++	+++	+++	+	+++	+	+	+++	+++	+	+++	+++	++	
Torr kedja 1															
2	++	++	++	++	++	++	++	-	+++	+++	-	+++	+++	+	
3	+	++	++	++	++	++	++	-	+++	+++	-	+++	+++	+	
4	+	++	++	++	++	++	++	-	+++	+++	-	+++	+++	+	
5	++	+++	++	+	++	+	+++	-	+++	+++	-	+++	+++	+	
Våt 6															
6	+	+	++	++	+	+++	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	
7	++	+	++	++	+	++	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	
8	+	+	++	++	+	++	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	
9	++	++	+	+	+	++	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	

Ekonomiska kalkyler

För att åskådliggöra ungefärliga kostnader för hävd av strandängar har tabell 3 och 4 tagits fram. Kostnaderna får inte ses som precisa utan varierar stort mellan olika marker och mellan olika entreprenörer, vilka har påtalat detta faktum. Variationerna beror på både fältets beskaffenhet och kapacitetssuppgifterna, men även på att taxorna varierar mellan olika områden i Sverige.

Kostnaderna för iordningställande presenteras inte i tabellerna eftersom det endast rör sig om en initialåtgärd som varierar i omfattning mellan olika platser. För att kunna göra en uppskattning över kostnaderna för iordningsställandet har timkostnaden för respektive restaureringsmaskin tagits upp tidigare i rapporten under kapitlet "iordningsställande".

För att den tekniska utrustningen ska kunna reinvesteras måste investeringskalkylen visa på full täckning av samtliga kostnader, både fasta och rörliga. Till de fasta kostnaderna hör kostnaderna för värdeminskning, kapitalränta, förvaring, skatt och försäkring. De rörliga kostnaderna är främst underhåll, smörjmedel och drivmedel. Tidigare undersökningar har visat att kapitalränta och värdeminskning utgör mellan 50-70 % av totala maskinkostnaden. (Laike, 1993; Svensson, 1987)

Under en kortsiktig period kan marginalkostnadskalkyl användas. Syftet med en sådan kalkyl är att om maskinen skulle stå outnyttjad under den aktuella perioden, behöver endast de rörliga kostnaderna täckas. De fasta kostnaderna beaktas inte i en marginalkostnadskalkyl. Det är på sin plats att påpeka att detta kalkyleringssätt inte medger reinvestering, och endast lämpligt att använda vid tillfällig extrakörning eller då extrakörningen utgör en obetydlig del av den ordinarie körningen. Under rubriken "maskinkalkyl" nedan har exempel tagits fram för att belysa vad som inträffar då en maskins användningstid och hållbarhet ändras. Den använda kalkyleringsmetoden ger som resultat medelårskostnaderna. Kostnaderna är alltså den årliga genomsnittskostnaden under flera års användningstid.

När kalkyler görs på lantbruksmaskiner är det inte alltid helt korrekt att fördela kostnaderna på fasta respektive rörliga. Räntekostnaden påverkas av värdeminskningen av maskinen. Värdeminskningen kan påverkas av användningstiden. Om inte en maskin används alls kommer antagligen värdet av maskinen att upprätthållas under en längre tid än om den används relativt mycket. Därmed utgör inte kostnaderna för kapitalränta och värdeminskning någon fast kostnad för maskinen. Möjligen kan kostnader för förvaring, skatt och försäkring utgöra fasta kostnader men dessa utgör en obetydlig del av maskinens totala kostnad.

Att arbeta fram en "riktig" kalkyl är svårt. Argument som skall vägas in kan exempelvis vara försäkringen om att få utföra det aktuella arbetet ett antal år framöver. Det kan också vara sysselsättningsbrist för personal under den aktuella tiden, eller det kan vara av personligt intresse att bevara kulturlandskapet. Hur stor tillgången respektive efterfrågan är på marknaden för maskinen påverkar också kostnaderna.

Vid anbudsförfarande på strandängsslätter är det av intresse att se till både kostnader och intäkter. Den ersättning som betalas ut för att få strandängen hävdad skall vara skillnaden mellan de faktiska kostnaderna, och eventuella intäkter från det skördade materialet. Att fastställa hur stor intäkten blir från strandängar är svårt. I regel går det inte att använda grönmassan till foder de första åren efter att hävden kommit igång. Men därefter blir gräset bättre och materialet bör kunna användas till djurfoder, främst i form av hö. Hur högt höet skall värderas beror på kvaliteten, avkastningen och avsalupriset. Om höet blir KRAV-godkänt bör rimligtvis priset för detta överstiga marknadspriset för konventionellt odlat hö.

Tabell 3 ger en översikt över ungefärliga kostnader för olika maskiner. Priserna innefattar samtliga kostnader, såväl fasta som rörliga. Kostnadskillnaden i tabellen beror på att uppgifterna är hämtade från ett antal maskinringar och maskinstationer på olika håll i landet. Timkostnaderna varierar mellan olika maskinstationer och maskinringar och beror bl.a. på den årliga användningstiden och sättet att kalkylera. Det skall påpekas att denna tabell endast behandlar kostnader och ej intäkter. I avsnittet "Räkneexempel hävd av strandäng" ges en skattning av hur stora intäkterna kan tänkas bli. I praktiken är varje strandäng unik varför eventuella intäkter måste fastställas på respektive plats. De tre olika markförhållandena benämnda "1", "2" och "3", kan betraktas i anknytning till avsnittet "Maskintabell."

Hektarkostnaden för de olika förhållandena är beräknade utifrån kapacitet och medelvärde på timkostnaden. I timkostnaden för förhållande "3" inkluderas merkostnaden för breda däck med 50 kr/h. Kostnaderna för redskapen är exklusive traktor och förare. I traktorkostnaden ingår förare.

Tabell 3. Datainformation om olika maskiner (inkl. rörliga & fasta kostn.)

Maskintyper	Axelvikt kg/axel	Kapacitet ha/tim			Kostnad kr/tim	Kostnad kr/ha		
		1	2	3		1	2	3
lastmaskin	3500	-	-	-	350-450	-	-	-
traktor 40kW	2500	-	-	-	190-260	-	-	-
traktor 60kW	3000	-	-	-	250-330	-	-	-
småbalspress	1500	0,6	0,5	0,4	140-180	270	320	520
rundbalspress	3000	1,5	1	0,8	180-280	150	230	350
fyrkantspress	4000	1,4	1	0,8	300-400	250	350	500
vagn för småbalar	1200	-	-	-	40-60	-	-	-
vagn för storbal	2000	-	-	-	50-70	-	-	-
självlastarvagn	4000	0,5	0,4	0,3	150-250	400	500	840
slåtterkniv	-	0,5	0,4	0,4	60-120	180	225	225
slåtterkross	-	1,1	0,8	0,6	200-300	230	320	500
trumslåtter	-	0,8	0,6	0,5	120-180	190	250	300
slaghack	1500	0,4	0,3	0,3	80-120	250	335	500
dubbelhack	1700	0,5	0,4	0,4	100-180	280	350	480
exakthack	2000	0,7	0,6	0,5	300-500	570	670	900
vändare 4,5m	500	3	2,5	2	60-80	25	30	35
strängare 3,0m	500	2	1,5	1	70-90	40	55	80

Maskinkalkyl

Kostnaderna för en maskin är en funktion av olika faktorer. Den som åtager sig ett maskinellt arbete med egen maskin har svårt att få en uppfattning om hur kostnaderna för maskinen ändras då den årliga användningstiden förändras. För att åskådliggöra detta visas i tabell 4 exempel på kostnadskalkyler för en rotorslåtterkross med olika förutsättningar. Kalkylen utgår från en rotorslåtterkross som är inköpt 1992 och har ett återanskaffningsvärde (1995) på 115 000 kr. Nuvärdet efter tre år är 59 % av återanskaffningsvärdet och den går 40 h/år på gården. Bytet är planerat till den tidpunkt när maskinen är tio år gammal och då till ett värde av 27 % av dåvarande återanskaffningsvärdet.

Kalkylen visar kostnaderna för rotorslåtterkrossen om maskinägaren åtar sig externt arbete, exempelvis 20 h/år eller 40 h/år utöver gårdens egna 40 h/år. Den visar också kostnaderna om ägaren vill byta maskinen vid tio respektive fem års ålder. Slutligen visar tabellen vad som inträffar då en maskins värdeminskning beror endast på maskinens användningstid. Då skulle maskinen vara värd lika mycket i fall F som i fall A trots att maskinen är hälften så gammal i fall F som i fall A, men maskinen har totalt arbetat lika antal timmar. Restvärdet är alltså lika stort vid de båda maskinbytena, sett i dagens penningvärde.

Metoden att kalkylera maskinkostnaderna är hämtade från lantbruksenheternas maskinkostnadskalkyler. Värde­minskningen är en funktion av användningstiden och maskinens ålder. Därför är värde­minskningen inte en fast kostnad i denna kalkyl. Även underhålls­kostnaderna är en funktion av användningstiden i kalkylen.

Tabell 4. Tabellen visar kostnaderna för en rotorslätterkross vid olika årliga användningstimmar och vid olika bytesålder. Beräkningsexempel F visar även kostnaderna vid tidigare byte och fler timmar fast med samma restvärde som ursprungsläget A

Beräkningsexempel:	A	B	C	D	E	F
Användningstid totalt (tim/år)	40	60	60	80	80	80
Bytesår	2002	2002	1997	2002	1997	1997
Årsmodell	1992	1992	1992	1992	1992	1992
Nuvärdet (1995 i % av Å-värdet)	59	59	59	59	59	59
Restvärdet vid byte (% av Å-värdet)	27	24	46	22	44	27
Värde­minskning (kr/år)	5,326	5,732	7,653	6,133	8,444	18,400
Räntekostnad 7% (kr/år)	3,476	3,345	4,214	3,247	4,158	3,462
Skatt o försäkring (kr/år)	115	115	115	115	115	115
Förvaring (kr/år)	600	600	600	600	600	600
Underhåll (kr/år)	4,825	7,238	5,852	9,650	7,803	7,803
Varav utgifter för reservd o rep (kr/år)	2,220	3,329	2,692	4,439	3,590	3,590
Varav kostnad för eg. verkstad (kr/år)	1,013	1,520	1,229	2,027	1,639	1,639
Varav kostnad för eget arbete (kr/år)	1,592	2,388	1,931	3,185	2,575	2,575
Total maskinkostnad (kr/år)	14,342	17,030	18,434	19,745	21,120	30,380
Maskinkostnad (kr/tim)	359	284	307	247	264	380

Exemplen visar hur användandet av en maskin kan se ut. Olika arbeten med olika förslitningar påverkar värde­minskningen. Resultatet av kalkylen visar att ju fler arbets­timmar maskinen går årligen, desto billigare blir den i kr/h. Kalkylerna visar också att ju längre innehavstid av maskinen, desto billigare blir den i kr/h. Är däremot värde­minskningen omvänt proportionell mot användningstiden, det vill säga att maskinen håller ett visst antal timmar, kommer kostnaden att bli, om inte högre, så i stort sett oförändrad. Värde­minskningen har således stor betydelse för en maskins totala kostnad.

Transporttabell

I tabell 5 kan kostnad och tidsåtgång utläsas beroende på typ av ekipage och dess last (med hänsyn tagen till sträckan både tur/retur). De givna värdena på lastvolym och lastvikt är beräknade med avseende på optimal lastkapacitet med utgångspunkt från vedertagna mått på respektive transportmedel. Rundbalar och fyrkantbalar lastas i två lager på lantbruksvagnar, lastbilssläp och lastbilar med/utan släp. Medelhastigheten för traktor och lastbil är beräknade att vara 20 resp. 60 km/h. Lastvolym och mått för dessa transportmedel är hämtade från bl.a. JTI-meddelande nr 350, 381 och 426. Vad gäller timkostnader (kr/h) är de uppskattade beloppen lämnade av Svante Flodén (pers.

medd., 1994) och lokala entreprenörer. Vid utvärdering av de beräknade värdena för kostnad (kr/ton) och tidsåtgång (h/ton) får man en god antydning om betydelsen av de förekommande ekipagens volym och lastkapacitet. Ju större ekipage, desto större skillnad i kostnad och tidsåtgång när avståndet mellan fältet och slutmålet ökar.

Tabell 5. Transporter av hö och ensilage

Transportmedel	Lastvolym (m ³)	Lastvikt (ton)	Timkostnad inkl. förare (kr/h)	Tidsåtgång (h/ton)				Kostnad (kr/ton)			
				3 km	10 km	50 km	3 km	10 km	50 km	3 km	50 km
Hö											
<i>Småbalar:</i>											
Balvagn	25	2	250	0.15	0.50	2.50	38	125	625		
<i>Rundbalar:</i>											
Lantbruksvagn	20	3	250	0.10	0.33	1.67	25	83	417		
Balsamlingsvagn	11	2	250	0.15	0.50	2.50	38	125	625		
Lastbilsläp f. traktor	53	7	250	0.04	0.14	0.71	11	36	179		
Lastbil utan släp	31	4	380	0.03	0.08	0.42	10	32	158		
Lastbil med släp	84	11	600	0.01	0.03	0.15	5	18	91		
<i>Rektangulära storbalar:</i>											
Lantbruksvagn	20	4	250	0.08	0.25	1.25	19	63	313		
Lastbilsläp f. traktor	51	10	250	0.03	0.10	0.50	8	25	125		
Lastbil utan släp	46	6	380	0.02	0.06	0.28	6	21	106		
Lastbil med släp	123	16	600	0.01	0.02	0.10	4	13	63		
<i>Lös hantering:</i>											
Självlastervagn	20	2	250	0.15	0.50	2.50	38	125	625		
Lastbil m. containers	105	11	600	0.01	0.03	0.15	5	18	91		
Ensilage											
<i>Rundbalar:</i>											
Lantbruksvagn	20	6	250	0.05	0.17	0.83	13	42	208		
Lastbilsläp f. traktor	53	18	250	0.02	0.06	0.28	4	14	69		
Lastbil utan släp	31	11	380	0.01	0.03	0.15	3	12	58		
Lastbil med släp	84	30	600	-	0.01	0.06	2	7	33		
<i>Lös hantering:</i>											
Självlastervagn	7	2	250	0.15	0.50	2.50	38	125	625		
Lastbil m. containers	105	32	600	-	0.01	0.05	2	6	31		

RÄKNEEXEMPEL HÄVD AV STRANDÄNG

Här följer ett exempel på kalkyl för ett typobjekt.

Förutsättningar enligt följande:

En grund vik vid en större sjö, belägen i mellansverige. Areal att hävda är cirka 30 hektar. Strandängen är i ett tidigt igenväxningsstadium och arealen är idag till större delen bevuxen med bladvass och andra högväxande arter som tuvtåtel, jättegröe och rörflen. Syftet med hävden är att återskapa bra fågelmiljöer samt förbättra det rekreationsvärde som strandängen hade under den tid som den betades för ett tiotal år sedan. Stranden är en cirka 100 meter bred remsa med fastmarkskaraktär som sakta övergår till att enbart innefatta ett bärande växttäckte längs vattenlinjen. Markavsnittet har fått de karaktäristiska tuvorna, bildade dels av tidigare betestramp, dels av vegetationen i sig. Markavsnittet fördelas på femton hektar kategori "1" mark, tio hektar kategori "2" och resterande areal är dålig bärighet motsvarande kategori "3" mark.

Har iordningställandet varit lyckat ska denna åtgärd ha bidragit till att tuvor och andra grova hinder är borta från strandängen. Konventionella slåttermaskiner kan antagligen användas i fortsättningen. Beroende på traktens maskinpark och tänkt användning av grönmassan kan olika maskinlösningar väljas.

De första åren i hävden är rotzonen dåligt utvecklad och kan därför vara känslig att köra på. Vartefter tiden går kommer en mera stabil rotmiljö att bildas. Det är därför rådligt att företrädesvis använda en maskinkedja med låga axeltryck. Få antal överfarter under initialskedet är önskvärt.

Teoretiskt skulle en kostnads kalkyl ta hänsyn till strandängens olika marktyper och varje enskild strandbärighetszon skulle beräknas var för sig. Vid större arealer är detta möjligt, men vid mindre arealer är det praktiskt ogenomförbart. Förfaringsättet blir att välja en maskin som klarar de sämsta förhållandena på strandängen, och hävda hela arealen med denna.

I kalkylen redovisas endast hur stora kostnaderna blir för hävd under vissa omständigheter. Hur stora intäkterna kan tänkas bli är svårt att uppskatta. Det beror både på skördens storlek och på avsalupriset. Skörden varierar mellan att man de första åren måste köra allt material till deponi, till att omfatta avkastningssiffror upp till 4-5 ton hö/ha. Dessa höga siffror kan vara tänkbara endast vid mycket bra förhållande och på vissa delar av ängen. Att uppskatta ungefärlig skörd är därför svårt, och måste ske på varje enskild äng. Hur högt avsalupriset kan tänkas bli beror mycket på kvaliteten hos materialet. Uppskattningsvis kan priset variera mellan halmpriset (0,40-0,50 kr/kg), till priset på bra KRAV-hö (upp emot 2 kr/kg). Sammanfattningsvis måste det alltså ske fältförsök på varje enskild plats för att få ett grepp på en ungefärlig storlek på intäkten.

30 hektar Höskörd småbalar:

I prissättningen ingår arbetstiden för traktorförare med 4,7 h/ha, eventuella arbetsmoment som inte är nämnda nedan tillkommer.

Slätterkross	320 kr/ha
Traktor till krossen 290 kr/h /0,8=	360 kr/ha
Vändare (30 kr/ha*2 vändningar)	60 kr/ha
Strängare	55 kr/ha
Traktor, strängare+vändare 44 h*290 kr/ha /30 ha=	425 kr/ha
Delsumma fram till torr strängad grönmassa: 1220 kr/ha	
Småbalspress med lantbruksvagn	370 kr/ha
Traktor till press 60 h*290 kr/h /30 ha=	580 kr/ha
Summa:	2170 kr/ha

30 hektar Höskörd självlastarvagn:

I prissättningen ingår arbetstiden för traktorförare med 5,2 h/ha, eventuella arbetsmoment som inte är nämnda nedan tillkommer.

Torr strängad grönmassa enligt exempel ovan	1220 kr/ha
Självlastervagn	500 kr/ha
Traktor till lastarvagn 75 h*290 kr/h /30 ha=	725 kr/ha
Summa:	2445 kr/ha

30 hektar Ensilageskörd ej pressat:

I prissättningen ingår arbetstiden för traktorförare med 2,9 h/ha, eventuella arbetsmoment som inte är nämnda nedan tillkommer

Slätterkross	320 kr/ha
Traktor till krossen 290 kr/h /0,8=	360 kr/ha
Delsumma fram till slagen grönmassa: 680 kr/ha	
Exakthack	670 kr/ha
Traktor till hacken 50 h*290 kr/ha /30 ha=	480 kr/ha
Summa:	1830 kr/ha

30 hektar Ensilageskörd rundbalspressat

I prissättningen ingår arbetstiden för traktorförare med 2,3 h/ha, eventuella arbetsmoment som inte är nämnda nedan tillkommer.

Slagen grönmassa enligt exempel ovan	680 kr/ha
Rundbalspress	230 kr/ha
Traktor till press 30 h*290 kr/h /30 ha=	290 kr/ha
Summa:	1200 kr/ha

DISKUSSION

Våra strandängar är ett kulturarv som vi har fått att förvalta. Vi bör genom hävd bevara den viktiga biotop ängarna utgör, samt deras estetiska värden och rekreationsmöjligheter. Det mest realistiska sättet att hävda strandängar i stor skala är maskinell hävd. Betesdrift är visserligen en förekommande metod idag, med då intresse har väckts för att utöka den hävdade arealen kommer det att krävas andra metoder då djurantalet är relativt konstant. Det som ligger närmast att ta till hands för att lösa problemen med maskinell hävd är att se på den konventionella teknik som används inom jordbruket vid vallslåtter. De krav som ställs för traditionell hävd med vad det innebär med slåtterteknik och borttransport av materialet liknar de krav som ställs på konventionell vallskörd. Den stora skillnaden mellan konventionell slåtter och slåtter på en strandäng är främst markens känslighet vad det gäller bärighet.

Marker med god bärighet, torrare fuktängar och strandavsnitt som under årens lopp har fått en stabil och balanserad växtlighet, är inga problem att med konventionell vallslåtterteknik utföra hävden. Det kan eventuellt vara aktuellt att utföra en första restaureringsåtgärd mot kraftig tuvförekomst. Detta är endast en engångsbehandling. Vid de tillfällen restaurering och hävd ska ske på platser där kraftig vassvegetation är etablerad bör första åtgärden vara att kväsa denna vegetation innan den egentliga hävden inleds. Det som har fungerat bra är sätt som i någon mån skadat rotzonen hos vassbestånd. Att vintertid bränna eller köra av den vass som står över isen underlättar fortsatt arbete då stora delar av växtmassan är avlägsnad.

Vid planering av strandängsrestaurering med maskinell hävd i form av slåtter ska beaktas att slåtterängar och betesängar inte kommer att kunna jämföras, vad beträffar utseende och flora. Betesdrift kommer att ge upphov till en mera mosaikliknande vegetation med kortbetade partier och ratade tuvor omvärtannat. Ängar som står under hävd med slåtter kommer istället att få ett mera vårdat intryck då vegetationen blir jämnt avslagen. Visserligen kommer även slåtterängar att få ett livligt utseende då vegetationen inte blir exakt lika lång då olika arter har olika växtsätt. Slåtterängar gynnar en mera artrik flora med framför allt mera inslag av örter. Undersökningar tyder också på att vadarfåglar skulle trivas bättre vid slåtterängar jämfört med betade ängar. Då slåtter är det enda alternativet till betesdrift som skötselmetod för strandängar ska det ses som ett komplement. Slåtter kommer således inte att ge samma resultat som beteshävd, varför man inte ska förvänta perfekta resultat. Till detta ska också tilläggas att slåtter inte ger upphov till en s.k. blå bård, en vegetationsfri zon mellan strandlinjen och vattenvegetationen. Denna är viktig för många fåglar inte minst vadare och änder. Ett sätt att minska behovet av betesdjur är att kombinera slåtter med efterföljande bete. Strandängar med låg biomassaproduktion är inte nödvändiga att slå årligen. Vartannat år kan på vissa ängar vara tillräckligt för att upprätthålla hävden.

Vad gäller tidpunkten för slåtter står fågellivets krav på sen tidpunkt i motsats förhållande till omhändertagande av foder som eftersträvar tidig hävd. Praktiska erfarenheter visar att mitten på juli har visat sig vara en god kompromiss. Vad gäller effekter på flora vid olika slåttermetoder kan sägas att fuktängen är mera tolerant mot mejningsmetod än vad fastmarksängen är. På slåtterängar tycks valet av slåttermetod väga tungt för klippande maskiner av floravårdande skäl, medan detta är av underordnad betydelse vid strandängsslåtter. Svårigheter och problem uppkommer då hävden ska utföras på marktyper med hög markfukt och med dålig bärighet. Det är främst bärigheten på djupet som orsakar svårigheter. Detta beror på strändernas geologiska historia med sedimentering och upplagring av onedbruten växtmassa som har gett upphov till ett bärande växttäck. På dessa marktyper är det av största vikt att bevara det bärande markväxtskiktet intakt. Skadas detta skikt av restaureringsmaskiner och senare av alltför tunga maskiner kan det leda till att maskinell hävd på dessa avsnitt ej går att genomföra under lång tid framöver. Det har påpekats tidigare i texten att markens beskaffenhet på strandängarna är unik för varje enskilt fall. Det är av stor betydelse att ha detta klart för sig då man ska jämföra maskinella lösningar med tidigare gjorda erfarenheter. P.g.a. detta är det svårt att gå ut med några generella rekommendationer vad beträffar maximala axelbelastningar och antal överfarter för att minimera skadliga effekter på marken. Praktiska erfarenheter har visat att antalet överfarter ska hållas på ett minimum för att undvika strukturskador i ytskiktet. Vid körning på fastmarksjordar är det viktigt att minimera jordpackningen och därför utrustas maskinerna med lågtrycksdäck. Lågtrycksdäcken medför att understödsytan blir stor. Vid körning på strandängar är det inte jordpackningen som är viktigast utan det är däckens bärförmåga. Med andra ord är maskiner utrustade med lågtrycksdäck ingen försäkring för framkomlighet på strandängar, då det är ökad understödsyta som är av betydelse. Det bör dock påpekas att lågtrycksdäck har stor understödsyta och att de har betydelse för minimera jordpackningen på de delar av strandängen som är av mera fastmarkskaraktär och bärande på djupet. Säkrare sätt att öka framkomligheten är tvillingmontage med tillräckligt stora avstånd mellan däcken eller bandkonstruktioner.

Val av maskinpark och maskinkedja är beroende av många faktorer. Vad skall den skördade grönmassan användas till? Finns det tillgång till specialmaskiner i trakten? Vad får hävden kosta? Hur stora arealer är det frågan om, krävs stor kapacitet?

Detta kan vara frågor som avgör maskinvalet. Ett generellt råd är att under gynnsamma år är det fördelaktigt att göra hö av den avslagna grönmassan. Då kommer följdfrågan, kommer det att bli ett gynnsamt år även nästa år? Den är givetvis omöjlig att svara på. Om målet är att skörda hö på strandängen går det alltid att "sänka" målsättningen och ändra metod i efterhand. En annan fördel med höhanteringen är att det går att välja olika alternativ efter det att vegetationen är avslagen. Blir förhållandena sådana att det går att välja uppsamlingsmetod efter maskinkapacitet och önskemål så är det bra. Blir det istället så att största försiktighet måste iakttas kan exempelvis en lättare variant av lastarvagn med breda däck användas.

Inte minst viktigt är hur den skördade grönmassan slutligen ska omhändertagas. Här kommer troligen traktens förutsättningar att spela en stor roll. De möjligheter som finns i

olika avsättningsområden bör noga undersökas, dels därför att grönmassan kan ha ett visst ekonomiskt värde, dels därför att ett kretsloppsriktat omhändertagande bör eftersträvas där grönmassans näringsvärde och energiinnehåll kan utnyttjas. Om avtal för slätter av strandängar upprättas med enskilda personer eller med farmartjänst, anser vi att även den slutliga behandlingen ska preciseras och den kretsloppsriktade målsättningen framhållas.

I våra studier av möjliga avsättningsområden för grönmassan, framstår hö till häst eller som KRAV-foder som det ekonomiskt sett mest lönsamma. Priset på hö varierar beroende på bl.a. tillgång och kvalitet, därför anges inte priser här. Om god kvalitet på höet uppnås kan framför allt hästhö vara en intressant marknad. Andra användningsområden för den skördade grönmassan är marktäckning i grönsaksodlingar, men denna avsättningskanal kan man inte räkna med är någon storkonsument av grönmassa. Det är inte heller troligt att det kommer att ge något ekonomiskt netto.

Kompostering eller rötning av grönmassan framstår för oss som ett mindre intressant alternativ, och fyller kanske i första hand funktionen att grönmassan omhändertas på något sätt. Vid rötning kan grönmassans näringsvärde och energiinnehåll utnyttjas, vilket är av stort värde. För båda metoderna förutsätts att en fungerande anläggning finns lokalt för rötning alternativt kompostering. Rötning och kompostering kan således inte ses som någon generell rekommendation.

REFERENSER

Litteratur

- Alexandersson, H., Ekstam, U. & Forshed, N. 1986. *Stränder vid fågelsjöar - Om fuktängar, mader och vassar i odlingslandskapet*. SNV och LTs förlag. Stockholm.
- Almquist, A. & Nilsson, D. 1992. *Kompendium i lantbrukets energiteknik. Del 1. Uppvärmning med biobränslen*. Rapport 155. Sveriges lantbruksuniversitet, inst. för lantbruksteknik. Uppsala.
- Axenbom, Å. 1991. *Halm som bränsle för framtida elproduktion - en sammanfattning av dagsläget*. Vattenfall. Bioenergi. Utveckling och miljö U(B) 1991/44. Älvkarleby.
- Bengtsson, N. 1979. *Höhantering*. Meddelande nr 381. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- Bengtsson, N., Nilsson, E., Norén, O., Plym Forshell, L., Svensson, K. 1979. *Hö i storbalar - En utredning om storbals teknik för hö i Sverige*. JTI-rapport 27. Jordbrukstekniska institutet. 59 s. Uppsala.
- Brundin, S. 1986. *Fastbränslesystem för halm och energigräs. Beskrivning av beräkningsmodeller*. Småskriftserien nr 24. Inst. för ekonomi och statistik. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Cronert, H. 1990. *Undersökning av slåtterängshö vid Hammarsjön, Nedre Helgeån, sommaren 1990*. Kristianstads kommun och Länsstyrelsen i Kristianstads län. Stencil.
- Danfors, B. 1980. *Däck för traktorer och redskap*. Meddelande nr. 386. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- Eldelind, J. 1973. *Vallskörd till hetluftstorkning*. Meddelande nr 350. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- Eriksson, I. & Zetterberg, G. 1987. *Fältsmaskiner i jordbruket*. 2:a uppl. LTs Förlag. Stockholm.
- Gee-Clough, D. 1980. *Selection of tyre sizes for agricultural vehicles*. J. agric. Engng Res. 25, 261-278.
- Hadders, G. 1988 a. *Hantering av rundbalar i pelare*. Teknik för lantbruket 13. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.

Hadders, G. 1989 *b. Skörd, lagring och hantering av gräs för förbränning*. Meddelande nr 426. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.

Hellbe, M. 1989. *Några erfarenheter av täckodling*. Alternativodlaren nr. 3/89, s.26. Ansv. utgivare Staffan Ahrén, Alternativodlarnas riksförbund ARF. Stockholm.

Johansson, O., Ekstam, U. & Forshed, N. 1986. *Strandängar*. SNV och LTs förlag. Stockholm.

KRAV, 1995. *KRAV-regler 1995*. Uppsala.

Kudsk, K. 1985. *Optimal pladsudnyttelse ved transport af storballer*. Jordbrugsteknisk institut K.V.L. Köpenhamn. Danmark.

Laike, M. 1993. *Jordbrukets maskinkostnader i växtodlingen. Svensk undersökning Internationella jämförelser*. Statens Jordbruksverk. Landsbygdsutveckling, Rapport 1993/7, s 65. Jönköping.

Lindkvist, H. 1993. *Våtmarker som kvävefälla*. SLU Mark/Växter, nr. 2 1993, Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Löfroth, M. 1991. *Våtmarkerna och deras betydelse*. Naturvårdsverket. Rapport 3824. Solna.

Nationalencyklopedin, 1990. Bokförlaget Bra Böcker AB, Höganäs, s.569.

Neale, M. 1986. *Straw compaction research*. The Agricultural Engineer, 41 (1986) 4.

Nilsson, D. 1991. *Bärgning, transport, lagring och förädling av halm till bränsle - metoder, energibehov, kostnader*. Rapport 150. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för lantbruksteknik. Uppsala.

Nydahl, C. 1987. *Näringslära, utfodring, skötsel hästar*. Sveriges lantbruksuniversitet, inst. för veterinärmedicinsk näringslära, Stencil. Uppsala.

Olsen, H. J. 1994. *Soil mechanics*. Undervisningskompendium. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Uppsala.

SNV. 1982. *Metoder för behandling av icke önskvärd vatten-vegetation*. Statens naturvårdsverk PM 666. Solna.

SNV. 1991. *Våtmarker och sjöar som kvävefällor, Forskningsprogram för perioden 1990/1991 - 1993/1994*. Naturvårdsverket Rapport 3962. Solna.

Spörndly, R. 1993. *Fodertabeller för idisslare 1993*. Sveriges lantbruksuniversitet, Speciella skrifter 52. Uppsala.

Svensson, J. 1987. *Underhållskostnaderna för lantbrukets fältmaskiner*. Rapport 114. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Svensson, R. & Glimskär, A. 1993. *Våtmarkernas värde för flora och fauna. Skötsel, restaurering och nyskapande*. Naturvårdsverket. Rapport 4175. Solna.

Thyselius m.fl. 1991. *Biogas från lantbruket. En utredning om kunskap och forskningsbehov*. JTI-rapport 137. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Wetterblad, B. 1988. *Traktorlära*. 2:a uppl. LTs förlag. Stockholm.

Wolf, K. 1986. *Rund oder eckig - klein oder gross?* Agrartechnik, 1986 (4), s 169.

Personliga meddelanden

Andersson, Rune. Agronomie doktor, Sveriges lantbruksuniversitet, inst. f. miljöanalys. Uppsala. 1994.

Cronert, Hans. Länsstyrelsen, Kristianstads län. 1994.

Flodén, Svante. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala. 1994.

Glad, Lennart. Länsstyrelsen, Västmanlands län. 1994.

Gustavsson, Bo. Länsstyrelsen, Östergötlands län. 1994.

Hemming, Jan. f.d. Maskinkonsulent. 1994.

Hertzman, Thomas. Naturvårdsverket, Skaraborgs län. 1994.

Karlsson, Rolf. Docent, Lunds universitet, inst. f. växtfysiologi. Lund. 1994.

Kirchmann, Holger. Agronomie doktor, Sveriges lantbruksuniversitet, inst. f. markvetenskap. Uppsala. 1994.

Kyllenen, Jossi. Maskinkonstruktör, Borlänge. 1994.

Leander, Halvar. Länsstyrelsen, Värmlands län. 1994.

Linding, Arne. Maskinhållare. Söderhamn. 1994.

